

**VEHICLE AC GENERATOR**

Patent Number: JP11155270  
Publication date: 1999-06-08  
Inventor(s): UMEDA ATSUSHI; SHIGA TSUTOMU; KUSASE ARATA  
Applicant(s):: DENSO CORP  
Requested Patent: ☐ JP11155270  
Application Number: JP19980121842 19980414  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H02K19/22  
EC Classification:  
Equivalents: JP2927288B2

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a vehicle AC generator which is small in size, high in power and low in noise.

**SOLUTION:** A vehicle AC generator 1 has a lander-type rotor 3 which supplies cooling air to a stator 2 provided outside the rotor 3. A stator 32 has a stator core 32 stator windings provided in a plurality of slots 35 formed in the stator core 32. The stator windings include 2 sets of 3-phase windings, whose electrical angles are different from each other by 30 degrees and are connected so as to composite the outputs of the windings into 3-phase output. Coil ends 31 are formed on the end parts in the axial direction of the stator core 32. The coil ends 31 are arranged neatly separately from each other, and all the windings are cooled uniformly by the cooling air supplied by the rotation of the rotor 3.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-155270

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月8日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 2 K 19/22

識別記号

F I

H 0 2 K 19/22

審査請求 有 請求項の数52 F D (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願平10-121842

(22) 出願日 平成10年(1998) 4月14日

(31) 優先権主張番号 特願平10-536470

(32) 優先日 平 9 (1997) 5月26日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平10-536471

(32) 優先日 平 9 (1997) 9月22日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 梅田 敦司

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72) 発明者 志賀 孜

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72) 発明者 草瀬 新

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

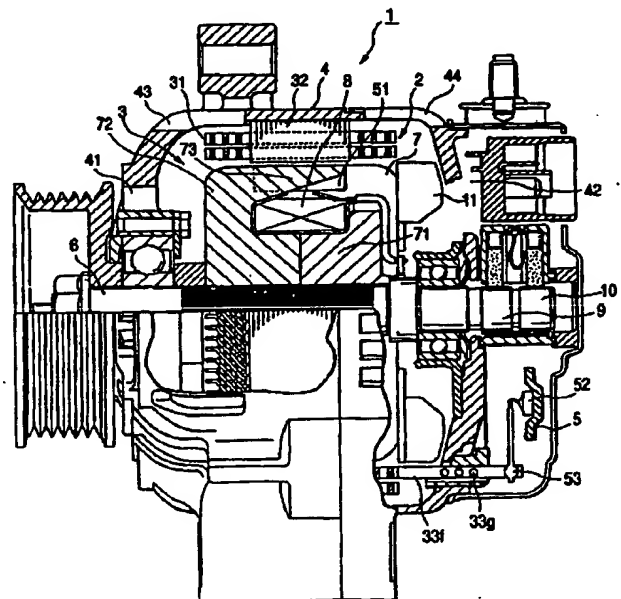
(74) 代理人 弁理士 碓氷 裕彦

(54) 【発明の名称】 車両用交流発電機

(57) 【要約】

【課題】 小型、高出力、低騒音の車両用交流発電機を提供する。

【解決手段】 車両用交流発電機1は、ランデル型の回転子3を備えており、その外側に配置された固定子2に向けて冷却風を供給する。固定子2は、固定子鉄心32と、この固定子鉄心32に形成された複数のスロット35に装備された固定子巻線とを有している。固定子巻線は、電気角が30度ずれた2組の3相分の巻線を含んでおり、これらの巻線の出力を3相として合成して出力するように結線されている。固定子鉄心32の軸方向端部には、コイルエンド31が形成されており、コイルエンド31は、互いに整列されて、離間して配置されており、回転子3の回転により提供される冷却風により、すべての巻線が均等に冷却される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転周方向に沿って交互に N S 極を形成する界磁回転子と、該回転子と対向配置された固定子鉄心、及びこの固定子鉄心に装備された多相固定子巻線を備える固定子と、前記回転子と固定子とを支持するフレームとを有する車両用交流発電機において、前記界磁回転子は、前記 N 極および前記 S 極を提供する複数の爪状磁極を有するランデル型鉄心を備え、前記固定子鉄心は、積層板を貫いて延びる複数のスロットが形成された積層鉄心を備え、前記多相固定子巻線は、複数の電気導体を備え、これら複数の電気導体は、前記スロット内においては、前記スロットの深さ方向に関して内層および外層として一対以上の対をなして配列され、前記スロット内に互いに絶縁して収納されており、前記スロット外においては、前記固定子鉄心の端面側に延び出して配置されており、異なるスロット内に異なる層として配置された 2 つの前記電気導体を直列接続する接続パターンによってコイルエンドを形成しており、その結果前記固定子鉄心の端面側には前記接続パターンを主として繰り返すコイルエンド群が形成されており、さらに、前記コイルエンドにおける複数の前記電気導体は、前記フレーム内における冷却風の通風方向と交差して延びよう配置され、前記コイルエンドにおける複数の前記電気導体を横切って冷却風が流れる構成が提供され、一のスロット内に收容された異なる層をなす複数の電気導体が、同一の相の巻線を構成し、前記一のスロット内に收容された前記電気導体を含んで形成される第 1 巻線の出力と、前記一のスロットに近い他のスロット内に收容された他の電気導体を含んで形成される第 2 巻線の出力とを合成して出力することを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 2】 請求項 1 記載の車両用交流発電機において、前記多相固定子巻線の出力としての巻線端を有し、前記固定子および前記回転子は、前記回転子を駆動するエンジンの回転数がアイドル回転数の領域内にあるときに、前記巻線端に 15 (V) 以上の電圧を出力するように設定されていることを特徴とする。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載の車両用交流発電機において、前記第 1 巻線と前記第 2 巻線とが直列に配置されていることを特徴とする。

【請求項 4】 請求項 3 記載の車両用交流発電機において、前記回転子の N S 磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットからなる第 1 のスロット群と、前記第 1 のスロット群に隣接して配置された第 2 のスロ

ット群とを有し、

前記第 1 巻線は前記第 1 のスロット群に收容された前記電気導体を直列接続して構成され、

前記第 2 巻線は前記第 2 のスロット群に收容された前記電気導体を直列接続して構成されることを特徴とする。

【請求項 5】 請求項 1 または 2 記載の車両用交流発電機において、

前記スロットは電気角で略 30° の間隔で配列され、

それら複数のスロットに収納された電気導体のうち、互に磁極ピッチだけ離間した関係にある第 1 のスロット群の各スロットに収納された電気導体同士が互いに直列に電気接続されて前記第 1 巻線としての第 1 の直列導体群をなすとともに、

前記第 1 スロット群に対し隣接関係にある第 2 スロット群の各スロットに収納された電気導体同士が互いに直列に電気接続されて前記第 2 巻線としての第 2 の直列導体群をなし、これら第 1 の直列導体群と第 2 の直列導体群とが直列となって巻線をなし、その巻線端が整流器に接続されていることを特徴とする。

【請求項 6】 請求項 1 または 2 記載の車両用交流発電機において、

前記第 1 巻線の交流出力を整流して出力する第 1 整流器と、前記第 2 巻線の交流出力を整流して出力する第 2 整流器とを備え、前記第 1 整流器の整流出力と前記第 2 整流器の整流出力とが合成して出力されることを特徴とする。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の車両用交流発電機において、

前記回転子の N S 磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットからなる第 1 のスロット群と、

前記第 1 のスロット群に隣接して配置された第 2 のスロット群とを有し、

前記第 1 巻線は前記第 1 のスロット群に收容された前記電気導体を直列接続して構成され、

前記第 2 巻線は前記第 2 のスロット群に收容された前記電気導体を直列接続して構成されていることを特徴とする。

【請求項 8】 請求項 1 または 2 記載の車両用交流発電機において、

2 組の整流器を備え、

前記スロットは電気角で略 30° の間隔で配列され、

それら複数のスロットに収納された電気導体のうち、互に磁極ピッチだけ離間した関係にある第 1 のスロット群の各スロットに収納された電気導体同士が互いに直列に電気接続されて前記第 1 巻線としての第 1 の直列導体群をなすとともに、

前記第 1 スロット群に対し隣接関係にある第 2 スロット群の各スロットに収納された電気導体同士が互いに直列に電気接続されて前記第 2 巻線としての第 2 の直列導体群をなし、さらにこれら第 1 の直列導体群と第 2 の直列

導体群とが独立して巻線をなし、

それぞれの巻線の巻線端がそれぞれの前記整流器に接続されていることを特徴とする。

【請求項 9】 請求項 1 から 8 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

前記ランデル型鉄心の爪状磁極の外径を  $L_1$  とし、回転軸方向の長さを  $L_2$  として、これらの比率が、 $L_1 / L_2 \geq 1.5$  とされていることを特徴とする。

【請求項 10】 請求項 1 から 9 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

一の前記スロット内に収容される複数の前記電気導体は、前記スロットの深さ方向にのみ配列されていることを特徴とする。

【請求項 11】 請求項 1 から 10 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

前記スロット内において電氣的に絶縁されたすべての電気導体は、前記固定子鉄心の端部に形成されたコイルエンドにおいて空間的に離間して配置されていることを特徴とする。

【請求項 12】 請求項 1 から 11 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

前記スロットの両側に位置する鉄心歯先部の少なくとも一部を塑性変形させて、前記スロットの内周側の開口の中を前記スロット内の内壁間距離より狭く形成してなることを特徴とする。

【請求項 13】 請求項 1 から 12 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

前記電気導体は、前記スロット内における断面形状が前記スロット形状に沿った略矩形状であることを特徴とする。

【請求項 14】 請求項 1 から 13 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

複数の前記電気導体は、裸の金属部材よりなり、前記スロット内において複数の前記電気導体の相互間と、前記複数の電気導体と前記スロットの内壁面との間とに介装されて電氣的な絶縁を提供する電気絶縁部材を備え、

複数の前記電気導体は、前記スロット外においては、互いに空間的に離間して配置されていることを特徴とする。

【請求項 15】 請求項 1 から 14 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

前記固定子鉄心と該スロットに収納された導体とからなる固定子の軸方向全長が、前記ランデル型回転子の軸方向全長と同等以下であることを特徴とする。

【請求項 16】 請求項 1 から 15 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

前記電気導体のスロット外に位置する部分の少なくとも一部が略扁平形状であることを特徴とする。

【請求項 17】 請求項 1 から 16 のいずれかに記載の

車両用交流発電機において、

前記界磁回転子の磁極間には磁石を介在し、界磁磁束に磁石磁束を加え前記固定子に向かわせることを特徴とする。

【請求項 18】 請求項 1 から 17 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

前記コイルエンドにおける複数の前記電気導体は、それらの表面の殆ど全体が前記冷却風にさらされている。

【請求項 19】 請求項 1 から 18 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

前記コイルエンド群が、前記固定子鉄心の両端にそれぞれ形成されており、

前記フレーム内にはそれぞれの前記コイルエンド群に対応して 2 つの冷却風の通風経路が形成されている。

【請求項 20】 請求項 1 から 19 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

さらに、前記フレーム内における冷却風を生じさせる送風手段を備える。

【請求項 21】 請求項 19 または 20 に記載の車両用交流発電機において、

前記コイルエンド群に対応して、前記フレームには前記電気導体を横切って流れる冷却風の通風孔が形成されている。

【請求項 22】 請求項 20 に記載の車両用交流発電機において、

前記送風手段は、前記界磁回転子の軸方向端部に設けられており、前記界磁回転子の回転により遠心方向外側に向けて送風し、前記コイルエンドにおける前記複数の電気導体を横切って流れる冷却風を生じさせる送風手段を備える。

【請求項 23】 請求項 22 に記載の車両用交流発電機において、

前記送風手段は、前記界磁回転子の軸方向の両端部に設けられている。

【請求項 24】 請求項 23 に記載の車両用交流発電機において、

前記送風手段は、複数のブレードを有する送風ファンを備える。

【請求項 25】 請求項 23 に記載の車両用交流発電機において、

前記送風手段は、前記複数の爪状磁極に対応して形成された前記ランデル型鉄心の形状により提供される。

【請求項 26】 請求項 25 に記載の車両用交流発電機において、

前記ランデル型鉄心の軸方向端部と、前記フレームの内壁面とを近接して対向させて配置してなることを特徴とする。

【請求項 27】 請求項 22 から 26 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

前記フレームには、前記界磁回転子を駆動するブーリの

10

20

30

40

50

装着端に面して前記送風手段のための吸気口が形成され、前記吸気口の最外径は、そこに装着されるべきブーリの最外径より小さいことを特徴とする。

【請求項28】 請求項1から27のいずれかに記載の車両用交流発電機において、前記コイルエンドは、第1スロット内に所定の層として配置された第1電気導体と、前記第1スロットから、前記界磁回転子のNS極の磁極ピッチに対応して離間する第2スロット内に前記第1電気導体とは異なる層として配置された第2電気導体とを直列接続する接続パターンによって形成されている。

【請求項29】 請求項28記載の車両用交流発電機において、前記コイルエンドは、前記第1スロットから延び出す前記第1電気導体の端部と、前記第2スロットから延び出す前記第2電気導体の端部とを接合して構成されており、前記第1電気導体と前記第2電気導体とは、別体の導体制のセグメントにより提供されており、一方の電気導体の端部が、前記磁極ピッチの半分の距離を少なくとも周回する角度と長さを持つていることを特徴とする。

【請求項30】 請求項29記載の車両用交流発電機において、前記セグメントは、2本の前記電気導体を前記固定子鉄心の一方の端部でターン部により連続的に接続してなるU字状のセグメントであり、前記第1の電気導体の端部としての第1のU字状セグメントの端部と、前記第2の電気導体の端部としての第2のU字状セグメントの端部との接合を、前記接続パターンとして前記コイルエンドが形成されていることを特徴とする。

【請求項31】 請求項29記載の車両用交流発電機において、前記セグメントは、スロットの両側から突出する2つの端部をもったセグメントであり、前記固定子鉄心の一方の端部において、前記第1電気導体の端部としての第1セグメントの一方の端部と、前記第2電気導体の端部としての第2セグメントの一方の端部との接合を、前記接続パターンとして一方のコイルエンドが形成され、前記固定子鉄心の他方の端部において、前記第1電気導体の端部としての第1セグメントの他方の端部と、他の前記第2電気導体の端部としての第3セグメントの他方の端部との接合を、前記接続パターンとして他方のコイルエンドが形成されていることを特徴とする。

【請求項32】 請求項31記載の車両用交流発電機において、前記電気導体の両方の端部の周回長さの合計が、前記磁極ピッチに対応していることを特徴とする。

【請求項33】 請求項31記載の車両用交流発電機に

おいて、

前記スロットの両側に位置する鉄心歯先部の少なくとも一部を塑性変形させて、前記スロットの内周側の開口の巾を前記スロット内の内壁間距離より狭く形成してなることを特徴とする。

【請求項34】 請求項1から33のいずれかに記載の車両用交流発電機において、整流素子を備え、前記電気導体の一部が前記整流素子の電極に直接に接続されていることを特徴とする。

【請求項35】 請求項34に記載の車両用交流発電機において、前記整流素子の電極に接続される前記電気導体は、前記固定子と前記整流素子電極との間において変形しやすい部分を有することを特徴とする。

【請求項36】 請求項30記載の車両用交流発電機において、前記U字状セグメントのターン部側に配置され、前記固定子巻線の巻線端と接続される整流器を備えることを特徴とする。

【請求項37】 請求項30記載の車両用交流発電機において、前記U字状セグメントのターン部とは反対側に配置され、前記固定子巻線の巻線端と接続される整流器を備えることを特徴とする。

【請求項38】 請求項1から37のいずれかに記載の車両用交流発電機において、前記固定子は、相互に短絡して中性点となす引き出し配線を有することを特徴とする。

【請求項39】 請求項1から38のいずれかに記載の車両用交流発電機において、前記内層と外層の導体は一对であることを特徴とする。

【請求項40】 請求項1から38のいずれかに記載の車両用交流発電機において、前記内層と外層の導体は二対以上であることを特徴とする。

【請求項41】 請求項40に記載の車両用交流発電機において、ひとつの前記スロット内に収容される複数の前記電気導体は、前記スロットの深さ方向にのみ配列されており、複数の前記電気導体は、前記コイルエンド群において互いに他の電気導体と接合されて複数の接合部を形成しており、

複数の前記接合部は、多重の環状に配列されており、前記コイルエンド群内において周方向並びに径方向に関して互いに離間して配置されていることを特徴とする。

【請求項42】 回転周方向に交互にNS極を形成する界磁回転子と、該回転子の外周に対向配置した固定子と、前記回転子と固定子とを支持するフレームと、前記固定子より導いた交流電力を直流電力に整流する整流器とを有する車両用交流発電機において、

前記固定子は、複数のスロットを形成した積層固定子鉄心と、該スロットに収納された複数の電気導体とを有し、

前記電気導体は複数のセグメントを含み、前記セグメントは、それぞれが異なるスロット内に収容される 2 本の直線部を有する略 U 字状セグメントであって、

複数の前記 U 字状セグメントのターン部は、コイルエンドとして前記固定子鉄心の一方の端面側から軸方向に突出して配置され、しかも互いに離間して配列されて第 1 コイルエンド群を形成し、

一の前記スロット内に収容された異なる層をなす複数の前記電気導体が、同一の相の巻線を構成し、

前記一のスロット内に収容された前記電気導体を含んで形成される第 1 巻線の出力と、前記一のスロットに近い他のスロット内に収容された他の電気導体を含んで形成される第 2 巻線の出力とが合成して出力され、

複数の前記 U 字状セグメントの端部は、他方の端面側から軸方向に突出して配置され、巻線のコイルエンドを形成するように所定の接続パターンで接合され、しかもこれらコイルエンドが互いに離間するように配列されて第 2 コイルエンド群を形成し、

前記界磁回転子は、前記 N 極および前記 S 極を提供する複数の爪状磁極を有するランデル型鉄心を備え、さらに前記界磁回転子は、前記界磁回転子の軸方向の両側において、前記第 1 コイルエンド群を横切って径方向に空気が流れる通風路と、前記第 2 コイルエンド群を横切って径方向に空気が流れる通風路とを提供していることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 4 3】 請求項 4 2 記載の車両用交流発電機において、

前記界磁回転子は、その軸方向の端部に、前記コイルエンド群に向けて送風する送風手段を備えることを特徴とする。

【請求項 4 4】 請求項 4 3 記載の車両用交流発電機において、

前記フレームには、前記第 1 コイルエンド群の外周側と、前記第 2 コイルエンド群の外周側との両方に前記通風路の出口としての通風口が開設されていることを特徴とする。

【請求項 4 5】 請求項 4 2 から 4 4 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、  
前記 U 字状セグメントは、断面形状が長方形の電気導体により構成されており、前記コイルエンドにおいては、その断面の長手方向を径方向に配列して配置されていることを特徴とする。

【請求項 4 6】 請求項 4 2 から 4 5 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

ひとつの前記スロット内には、内層と外層とを一对とする複数対の前記直線部が、前記スロットの深さ方向にのみ配列されて収容されており、

前記 U 字状セグメントの端部を接合してなる複数の接合部は、

前記第 2 コイルエンド群内において多重の環状に配列されており、

複数の接合部は周方向並びに径方向に関して互いに離間して配置されている。

【請求項 4 7】 請求項 4 2 から 4 6 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

前記電気導体は、所定の相数をもった多相の固定子巻線を形成しており、

前記固定子鉄心には、前記界磁回転子の磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットを 1 相分のスロット群として、前記相数に対応した多相分のスロット群により第 1 スロット組が形成されるとともに、さらに前記第 1 スロット組から所定の電気角度ずれて第 2 スロット組が形成されており、

前記第 1 スロット組の前記スロットに収容された前記電気導体により構成される多相の固定子巻線の出力と、前記第 2 スロット組の前記スロットに収容された前記電気導体により構成される多相の固定子巻線の出力とを合成して出力することを特徴とする。

【請求項 4 8】 回転周方向に沿って交互に N S 極を形成する界磁回転子と、該回転子と対向配置された固定子鉄心、及びこの固定子鉄心に装備された多相固定子巻線を備える固定子と、前記回転子と固定子とを支持するフレームとを有する車両用交流発電機において、

前記界磁回転子は、前記 N 極および前記 S 極を提供する複数の爪状磁極を有するランデル型鉄心を備え、

前記固定子鉄心は、積層板を貫いて延びる複数のスロットが形成された積層鉄心を備え、

前記多相固定子巻線は、複数の電気導体を備え、

これら複数の電気導体は、

前記スロット内においては、前記スロットの深さ方向に関して内層および外層として一对以上の対をなして配列され、前記スロット内に互いに絶縁して収納されており、

前記スロット外においては、前記固定子鉄心の端面側に延び出して配置されており、異なるスロット内に異なる層として配置された 2 つの前記電気導体を直列接続する接続パターンによってコイルエンドを形成しており、その結果前記固定子鉄心の端面側には前記接続パターンを主として繰り返すコイルエンド群が形成されており、さらに、前記コイルエンドにおける複数の前記電気導体は、前記フレーム内における冷却風の通風方向と交差して延びよう配置され、前記コイルエンドにおける複数の前記電気導体を横切って冷却風が流れる構成が提供されることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 4 9】 請求項 4 8 記載の車両用交流発電機において、

ひとつの前記スロット内には複数対の前記電気導体が、

前記スロットの深さ方向にのみ配列されて収容されており、

複数の前記電気導体は、前記コイルエンド群において互いに他の電気導体と接合されて複数の接合部を形成しており、

複数の前記接合部は、多重の環状に配列されており、前記コイルエンド群内において周方向並びに径方向に関して互いに離間して配置されている。

【請求項 5 0】 回転周方向に沿って交互に N S 極を形成する界磁回転子と、該回転子と対向配置された固定子鉄心、及びこの固定子鉄心に装備された多相固定子巻線を備える固定子と、前記回転子と前記固定子とを支持するフレームとを有する車両用交流発電機において、前記固定子鉄心には、前記多相固定子巻線を収容する複数のスロットが形成されており、

これら複数のスロットは、前記界磁回転子の磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットを 1 相分のスロット群として、多相分のスロット群よりなる第 1 スロット組と、さらに前記第 1 スロット組から所定の電気角度ずれた第 2 スロット組とを含んでおり、

前記多相固定子巻線は、複数の電気導体を接合して構成されており、

これら複数の電気導体は、前記スロット内においては、前記スロットの深さ方向に関して内層および外層として一対以上の対をなして配列され、前記スロット内に互いに絶縁して収納されており、前記スロット外においては、前記固定子鉄心の端面側に延び出して配置されて、異なるスロット内の異なる層をなす 2 つの電気導体を直列接続する複数のコイルエンドをなしており、

前記多相固定子巻線は、前記第 1 スロット組に含まれる複数のスロット群に収容された多相の巻線の出力と、前記第 2 スロット組に含まれる複数のスロット群に収容された多相の巻線の出力とを合成するように結線されており、

さらに、前記コイルエンドによって、すべての前記スロット群の巻線毎に、実質的に等しい放熱に寄与する表面積が与えられていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 5 1】 請求項 5 0 記載の車両用交流発電機において、

さらに、前記コイルエンドにおける複数の前記電気導体は、前記フレーム内における冷却風の通風方向と交差して延びるよう配置され、前記コイルエンドにおける複数の前記電気導体を横切って冷却風が流れる構成が提供されることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 5 2】 請求項 5 0 または 5 1 に記載の車両用交流発電機において、

ひとつの前記スロット内には複数対の前記電気導体が、前記スロットの深さ方向にのみ配列されて収容されており、

複数の前記電気導体は、前記コイルエンド群において互いに他の電気導体と接合されて複数の接合部を形成しており、

複数の前記接合部は、多重の環状に配列されており、前記コイルエンド群内において周方向並びに径方向に関して互いに離間して配置されている。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明が属する技術分野】 本発明は乗り物の内燃機関により駆動される車両用交流発電機に関し、例えば乗用車、トラック等に搭載される車両用交流発電機に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】 車両走行抵抗の低減のためのスラントノーズ化や、車室内居住空間の確保のニーズからエンジンルームが近年ますます狭小化する中で、車両用交流発電機の搭載スペースに余裕がなくなっている。一方、燃費向上のためエンジン回転は下げられ車両用交流発電機の回転も下がっている。しかしその一方で、安全制御機器等の電気負荷の増加が求められ、ますます発電能力の向上が求められている。即ち小型で高出力の車両用交流発電機を安価に提供することが求められている。

【0 0 0 3】 また車外騒音低減の社会的要請や、車室内静粛性向上による商品性向上の狙いから近年ますますエンジン騒音が低下してきており、比較的高速で回転する補機、とりわけ車両用交流発電機のファン騒音や、磁気的騒音が耳につきやすい状況となってきた。従来、車両用交流発電機に一般的に用いられている固定子巻線は、連続線を固定子鉄心に装着する構成が採用されており、かかる固定子巻線の構成の下で、上記のような小型、高出力、低騒音といった要求に応えるべく種々の改良が提案されている。

【0 0 0 4】 例えば、特開平 7 - 3 0 3 3 5 1 号に開示されるように、小型高出力化のため、巻線抵抗値低減の観点から巻線を短くすることができ、かつ、巻線の各相が径方向に干渉しないように巻く、 $2/3\pi$  短節巻技術がある。しかし、巻線係数の悪化が大きく発電電圧が著しく低下する問題、さらには巻線作業が困難になるという問題がある。

【0 0 0 5】 また、巻線時に相互干渉するコイルエンドを予整形したり、コイルエンドのみ細線とする等の技術が提案されているが、巻線作業が困難で、巻線抵抗値が増加する。さらに、かかる巻線技術では、コイルエンドの干渉は根本解決されずスロット内においてコイルはスロット内で偏り、幾何学的に収納しうる断面の略  $1/2$  以下しか収納できず低抵抗化が阻まれていた。また上記スロット内の偏りに起因し、各相のコイル形状が異なるため巻線の抵抗値、インダクタンスが不均一になり各相の電流の流れ方に偏りが生じ、局所的な温度上昇に伴う性能劣化や磁気騒音が増大する問題もあった。



【0006】例えば、コイルエンドを成形して扁平形状とし、通風を改善しようとするものとして、特開昭59-159638号のものが知られている。しかし、かかる構成では、コイルエンドにおける通風抵抗の高さから十分な冷却性が得られず、騒音の低減も満足できなかった。さらに、小型高出力化のために、回転子と固定子との間のエアギャップを小さくして磁束向上を図る手法がある。しかし、磁束向上分だけ固定子鉄心断面積を大きく取らなければならず、スロット面積の圧迫により巻線抵抗が増加し、結局出力向上効果がほとんどなくなってしまう。すなわち、固定子を構成する鉄心と巻線とのバランスが重要である。

【0007】かかる鉄心断面積と巻線との設計値の選択を最適として一定の出力向上効果を得ることはできたとしても、発熱源たるコイルエンドの冷却の問題が残る。例えば、電気導体の表面の絶縁塗膜と固着材を通して冷却するためにはファンを大型化すると共に近接させて風をあてる必要がある。しかし、従来の巻線は相間の干渉のためコイルエンドが凹凸になってしまい高次数のファン騒音が増加する。前述のように騒音が耳につきやすい現状では、これを解決するために例えばファン対向面のコイルエンドの内面を複雑な巻線行程により理想的な平滑面にしたり、ファン効率を犠牲にして風量を落として低騒音化を図る必要があった。

【0008】また小型高出力を追求していくと、回転子と固定子間に働く磁気力も増大し磁気騒音が増す問題がある。一般に車両用交流発電機では整流器をもっており、出力電圧を切って一定電圧のバッテリーを充電するので、発生電圧が矩形状波となる。このため固定子と回転子の間の空隙の空間高調波には多くの第三高調波成分を含むことが知られており、その二乗周波数成分をもった磁気力が固定子と回転子の間に働き、磁気脈動力をもたらす事が知られている。この磁気騒音の対策として、例えば特開平4-26345に見られるように、電気的位相差 $30^\circ$ の位置だけずれた2組の3相巻線を採用し、これらの出力を組み合わせることで磁気脈動力を相互に相殺する技術も知られているが、これらは従来の巻線形状に起因する前述コイルエンドの干渉に加えて、2倍の数のスロットが必要となるために、それぞれに細い巻線を注意を払って巻き込まなければならず、より困難な問題をもたらすものである。すなわち、小型高出力化を図ることで新たに顕在化する問題点もあった。

【0009】このように、従来から車両用交流発電機において広く用いられている連続線を巻いた固定子巻線では、小型高出力低騒音といった互いに相反する要求に 대응することが困難であった。一方、一般の大型の誘導機型などの発電機では、例えば固定子スロット内導体を2本とし、径方向に2層化し、その内外層の導体を交互に接続することで異なる相のコイルエンドの干渉を無くしているものがある。

【0010】しかし、このようなものは車両用発電機にはそのまま使えないという問題点があった。すなわち、車両用交流発電機は、エンジンが最も低速のアイドル回転、すなわち発電機回転数で約1500rpm近辺で車両電気負荷に電力を供給しなければならない。このためには前記回転数、即ち約1500rpm以下でバッテリー電圧とダイオードドロップ分を加えた電圧である約15Vを発生しなければならない。しかし、一般の乗用車、トラック用などの1~2kwクラスの車両用交流発電機においては、主としてその体格から決まるところの磁束量の制約に起因して、上述の一般大型発電機に見られるような構造では、上記低回転時の出力を得ることができない。特に、上述の一般大型発電機に見られる2本程度の少ない導体数では低回転時の出力を得ることが困難であった。更に、近年の燃費向上の為にアイドル回転数は低減される傾向であり、上述の一般大型発電機の構造ではますます対応できない状況となっている。

【0011】また、低回転での出力向上のためのひとつの手段として、多極化により高周波で作動させることが考えられるが、上述の一般大型発電機の構造では、固定子鉄心と略同一軸長のセーレント型回転子が用いられており、かかるセーレント型回転子では磁極数を増すと回転子内の巻線スペースが減少するため各磁極の起磁力が低下するので、出力向上が難しい。すなわち、上述の車両用交流発電機に要求される性能を満たすことが困難であった。

【0012】さらに、セーレント型回転子では、回転子内部に隙間を設けることが困難なため、固定子の内周面に向けての冷却風の導入や回転子内に設けられた界磁コイルへの冷却風の導入ができないという冷却上の問題があった。さらに、導体バーなどと呼ばれるU字型の電気導体を用いて車両用交流発電機の固定子巻線を構成するものとして、特開昭62-272836号、特開昭63-274335号、特開昭64-5340号が提案されている。しかし、かかる構成では、固定子鉄心が周方向に沿って積層されて円筒形に形成されるため、磁束通過方向に関して磁気的な抵抗が増加し、所要の実現できない。また、実用的な強度の確保など解決すべき多くの課題を抱えている。

【0013】また、WO92/06527にも車両用交流発電機の固定子に導体バーを用いた構成が提案されている。ここに示された構成によれば、1つのスロット内に4本の電気導体がスクエアに配置されている。かかる構成では、高出力化のために電気抵抗値を下げるべく電気導体断面積を増やすと、コイルエンドの間に隙間を設けることができない。さらに、周方向に並ぶ1つのスロット内の2本の電気導体のコイルエンドの先端において、他のスロットからの電気導体との各々の接合部に間に隙間を形成することも難しく、接合部どうしが短絡しやすいという問題も生ずる。



【0014】また、車両用交流発電機の冷却のためには、古くは冷却ファンをフレーム外部に持ち軸方向に冷却風を流す通風構造が採用されており、近年はフレーム内部に冷却ファンを持ち、冷却風を直接コイルエンドに当てる構成が主流となっている。このような冷却構造の下では、上記のような従来技術の電気導体の構造では、高出力化のために電気導体の断面積を大きくすると高い冷却性を得ることができないという問題点があった。

【0015】すなわち、WO92/06527に示された構成では、電気導体の断面積が制約されるため、高出力のための固定子の高占積率化が困難である。一方、隙間を形成するために1つのスロット内の電気導体を2本にする構成も考えられるが、かくのごとき少ない導体数では、アイドル回転すなわち低回転での出力を得ることが不可能であり、車両用交流発電機としては使うことができない。

【0016】さらに、USP2928963には、固定子に導体バーを用い、ランデル型の界磁回転子を持った交流発電機が提案されている。しかし、この従来技術においても高出力と高い冷却性とを実現するための固定子巻線の構成は開示されていない。しかも、この従来技術に開示される構成は、軸方向の通風構造、あるいは冷却ファンを持たない構成であり、小型・高出力化のための冷却性向上に関する改良は、講じられていない。さらに、ここに開示された構成では、スロットあたりの導体数は2本であり、前述と同様に低回転での出力を得ることが困難である。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記のごとき従来技術の問題点に鑑み、今日の車両用交流発電機に要求される性能を満足しうる高い実用性を備えた改良された車両用交流発電機を提供することを目的とする。本発明の他の目的は、小型、高出力、低騒音を兼ね備えた車両用交流発電機を提供することである。

【0018】本発明のさらに他の目的は、車両用交流発電機に要求される低速回転からの出力を確保できる回転子と固定子巻線の構造、および固定子巻線のコイルエンドにおける新規な冷却のための構成を提供することにより、車両用交流発電機に要求される高出力を確保でき、しかも発熱による効率低下、出力低下を抑えた車両用交流発電機を提供することである。

【0019】本発明のさらに他の目的は、固定子巻線のスロット内における占積率を向上させ、その一方でスロットの外においては、回転子との共働により高い冷却性と低騒音とを発揮しうる車両用交流発電機を提供することである。本発明のさらに他の目的は、局所的な固定子巻線の温度上昇を抑え、さらには磁気騒音の発生をも抑制した車両用交流発電機を提供することである。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため

に、回転周方向に沿って交互にNS極を形成する界磁回転子と、該回転子と対向配置された固定子鉄心、及びこの固定子鉄心に装備された多相固定子巻線を備える固定子と、前記回転子と固定子とを支持するフレームとを有する車両用交流発電機において、前記界磁回転子は、前記N極および前記S極を提供する複数の爪状磁極を有するランデル型鉄心を備え、前記固定子鉄心は、積層板を貫いて延びる複数のスロットが形成された積層鉄心を備え、前記多相固定子巻線は、複数の電気導体を備え、これら複数の電気導体は、前記スロット内においては、前記スロットの深さ方向に関して内層および外層として一対以上の対をなして配列され、前記スロット内に互いに絶縁して収納されており、前記スロット外においては、前記固定子鉄心の端面側に延び出して配置されており、異なるスロット内に異なる層として配置された2つの前記電気導体を直列接続する接続パターンによってコイルエンドを形成しており、その結果前記固定子鉄心の端面側には前記接続パターンを主として繰り返すコイルエンド群が形成されており、さらに、前記コイルエンドにおける複数の前記電気導体は、前記フレーム内における冷却風の通風方向と交差して延びるよう配置され、前記コイルエンドにおける複数の前記電気導体を横切って冷却風が流れる構成が提供され、一のスロット内に收容された異なる層をなす複数の電気導体が、同一の相の巻線を構成し、前記一のスロット内に收容された前記電気導体を含んで形成される第1巻線の出力と、前記一のスロットに近い他のスロット内に收容された他の電気導体を含んで形成される第2巻線の出力とを合成して出力することを特徴とするという技術的手段が採用される。

【0021】このように、異なるスロット内に異なる層として配置された2つの前記電気導体を直列接続する接続パターンを採用することで、一のスロット内の所定の層をなす電気導体と、他のスロット内の上記所定層とは異なる層をなす電気導体とが直列接続される。これにより、各相のコイルエンドの干渉を抑止でき、固定子巻線の高占積化を図ることができるので、出力を向上する効果がある。また、コイルエンド内を冷却風が横切ることで、従来の固定子巻線のコイルエンドに対して格段に有効表面積が増し、この部分の電気導体の冷却を飛躍的に向上させることができ、高出力化が可能となる。また、電気導体のスロット内の位置に起因する各相の固定子巻線の導体長さ、漏れインダクタンスは均一化されるので、固定子巻線に流れる電流が均一化され、各相の発熱量も同じとなる。よって、局所的な固定子巻線の発熱や起磁力アンバランスを防止でき、温度低減、低騒音化を図ることができる。更に、コイルエンドに凹凸が無く、一様な繰り返し紋様が形成されること、及びコイルエンド内を冷却風が横切ることで、冷却風との間で生ずる騒音も低減できる。また、ランデル型回転子との組合せであるので、鉄心（以下ポールコアと称す）の成形形状を変

えるのみで極数の変更、多極化が容易である。また、爪状磁極の耐遠心剛性もあり、加えて界磁コイルをポールコア内中央部のボス部に確実に装着できるから回転子の耐遠心性が確保でき、エンジン回転数の2～3倍の回転比で運転できることになる。

【0022】即ち、一般誘導機等と異なり、高周波で作動できるため、スロットあたりの電気導体数が少なくても、車両アイドル回転数に対応する1500rpmよりも低い回転数、例えば1000rpmなどの低速から発電を開始できる。また、ランデル型回転子との組合せであるので、磁極間に空間を設けることができ、界磁コイルの冷却上の利点を得ることができる。さらに、磁極自身が回転により冷却風を送風する構成とすることもできる。かかる構成は、軸方向への送風、あるいは径方向への送風に利用できる。よって、一般誘導機等に使われている、磁極間に空間の無い、中実円柱形状であるセーレント型回転子に比べて、効率的に固定子内周面、固定子巻線、界磁コイルなどを冷却できる。なお、ランデル型回転子の磁極間は非磁性材料で埋められてもよい。

【0023】また、一のスロット内に収容された異なる層をなす複数の電気導体が、同一の出力相の固定子巻線を構成し、前記一のスロット内に収容された前記電気導体を含んで形成される第1巻線の出力と、前記一のスロットに近い他のスロット内に収容された他の電気導体を含んで形成される第2巻線の出力とが合成して出力される。なお、同一の出力相の巻線とは電気的な位相が等しい起電力が表れる巻線をいう。このように、同一スロット内に配置されて同相起電力が誘起される電気導体を直列接続することで、高い出力を確保できる。さらに、一のスロット内に収容された前記電気導体を含んで形成される第1巻線の出力と、前記一のスロットに近い他のスロット内に収容された他の電気導体を含んで形成される第2巻線の出力との合成値としての出力であるから、第1巻線と第2巻線の各々の出力が比較的小さい場合でも、高い出力を確保できる。例えば、第1巻線と第2巻線とを直接に直列あるいは並列に接続してそれらの出力を合成する構成や、第1巻線と第2巻線との出力を別々に整流した後に、直列あるいは並列に接続してそれらの出力を合成する構成をとることができる。

【0024】なお、固定子および前記回転子は、前記回転子を駆動するエンジンの回転数がアイドル回転数の領域内にあるときに、前記巻線端に15(V)以上の電圧を出力するように設定されていることが望ましい。これによれば、市街地での走行で最も発生頻度の高いアイドル回転の時には必要最低限の車両の電気負荷に電力を供給できる。よって、アイドル回転の時に供給可能電力以上の要求のある場合バッテリーからも電力が供給されるが、これをできるだけ少なく抑え、車両が走行している時には発電機の出力が増えてバッテリーを充電して元通りの状態に早期に復帰させることができる。ま

た、アイドル回転数を下げた場合でも上記の発電性能を持つので、燃費向上が可能となる。

【0025】なお、一のスロット内に収容された電気導体と、前記一のスロットに近い他のスロット内に収容された他の電気導体とが、同一の出力相の固定子巻線の一部として直列に配置されているという構成を採用してもよい。かかる構成では、ひとつの交流出力が、位相が異なる2つの交流出力の合成値として出力される。このため、一のスロット内に収容される電気導体で得られる出力が比較的小さい場合でも、合成値としての出力により高い出力を確保できる。特に、スロット内に層状に電気導体を配列して収容した構成にあっては、スロット内への電気導体の収容数が制限され、同一相の出力値が制限されるが、上記の直列構成によりかかる不具合を補って所要の出力を得ることができる。従って、スロット内における占積率の向上効果と、コイルエンドにおける冷却性の向上効果とを、出力の低下を補いながら実現することができる。

【0026】なお、かかる巻線構造は、前記回転子のNS磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットからなる第1のスロット群と、前記第1のスロット群に隣接して配置された第2のスロット群とを有し、前記第1のスロット群に収容された前記電気導体を直列接続して前記第1の巻線を構成し、前記第2のスロット群に収容された前記電気導体を直列接続して前記第2の巻線を構成して実現することができる。

【0027】また、前記スロットは電気角で略30°の間隔で配列され、それら複数のスロットに収納された電気導体のうち、互に磁極ピッチだけ離間した関係にある第1のスロット群の各スロットに収納された電気導体同士が互いに直列に電気接続されて第1の直列導体群をなすとともに、前記第1スロット群に対し隣接関係にある第2スロット群の各スロットに収納された電気導体同士が互いに直列に電気接続されて第2の直列導体群をなし、さらにこれら第1の直列導体群と第2の直列導体群とが直列となって巻線をなし、その巻線端が整流器に接続されるという構成を採用してもよい。

【0028】これによれば、電気角略30°の間隔で設けられた複数のスロットに収納された導体のうち、互に磁極ピッチだけ離間した関係にあるスロットに収納された導体同士が互いに直列に電気接続されて第1の直列導体群をなすから、全ての電気導体が揃って同一位相の起電圧を発生しそれらが算術加算されるので電気導体の長さ当たりの発電力は最高となる。さらに、第1の直列導体群の起電圧位相に対し位相が最も近い隣接スロットに収納された導体も第2の直列導体群をなして同様に高い発電力が得られる。そして、第1の直列導体群と第2の直列導体群とが直列とされて、一相をなすから、これらがベクトル加算され、トータルとして長さ当たりの起電圧は最高となる。しかも、前述の様にスロット間隔が電

気角略  $30^\circ$  であるから第 1 の導体群と隣接関係にある第 2 の導体群とは電気角略  $30^\circ$  であり、磁気騒音の原因である磁気脈動力が低減する。よって磁気騒音が低減する効果がある。なお、電気角略  $30^\circ$  とは、 $29^\circ$  から  $31^\circ$  の範囲であり、この範囲内であれば前記磁気脈動力の低減に十分な効果がある。

【0029】また、一のスロット内に收容された電気導体を含んで形成される第 1 巻線と、前記一のスロットに近い他のスロット内に收容された他の電気導体を含んで形成される第 2 巻線と、前記第 1 巻線の交流出力を整流して出力する第 1 整流器と、前記第 2 巻線の交流出力を整流して出力する第 2 整流器とを備え、前記第 1 整流器の整流出力と前記第 2 整流器の整流出力とが合成して出力されるという構成を採用してもよい。

【0030】かかる構成によっても、第 1 巻線のみあるいは第 2 巻線のみでの出力の低さを補うことができる。なお、かかる巻線構造は、前記回転子の NS 磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットからなる第 1 のスロット群と、前記第 1 のスロット群に隣接して配置された第 2 のスロット群とを有し、前記第 1 のスロット群に收容された前記電気導体を直列接続して前記第 1 の巻線を構成し、前記第 2 のスロット群に收容された前記電気導体を直列接続して前記第 2 の巻線を構成することにより実現することができる。

【0031】また、2 組の整流器を備え、前記スロットは電気角で略  $30^\circ$  の間隔で配列され、それら複数のスロットに収納された電気導体のうち、互に磁極ピッチだけ離間した関係にある第 1 のスロット群の各スロットに収納された電気導体同士が互いに直列に電気接続されて第 1 の直列導体群をなすとともに、前記第 1 スロット群に対し隣接関係にある第 2 スロット群の各スロットに収納された電気導体同士が互いに直列に電気接続されて第 2 の直列導体群をなし、さらにこれら第 1 の直列導体群と第 2 の直列導体群とが独立して巻線をなし、それぞれの巻線の出力がそれぞれの前記整流器に接続されるという構成を採用してもよい。

【0032】かかる構成によっても、第 1 直列導体群と、第 2 直列導体群とが構成される。そして、この構成においては、各導体群の出力がそれぞれに独立して整流され、必要に応じて合成される。従って、高出力、低磁気騒音といった効果を得ることができる。また、前記ランデル型鉄心の爪状磁極の外径を  $L1$  とし、回転軸方向の長さを  $L2$  とし、これらの比率を、 $L1/L2 \geq 1.5$  とすることが望ましい。

【0033】かかる構成は、セーレント型回転子が界磁コイルなどの耐遠心性の問題から  $L1$  が制限され、高出力化のための磁気抵抗低減手段として  $L2$  を大きくし、比率  $L1/L2$  が比較的小さく設定されるのに対し、ランデル型回転子では前記セーレント型回転子に対し耐遠心性が勝り、比率  $L1/L2$  は 1.5 以上に設定される

ことによる。また、この場合、回転に伴う軸方向外部からの冷却風取り込みの面積が拡大し、冷却風量を増加させることができ、冷却性能を向上できるという効果もある。

【0034】また、ひとつの前記スロット内に收容される複数の前記電気導体は、前記スロットの深さ方向にのみ配列されている構成を採用することが望ましい。かかる構成によると、スロットの外において、電気導体のすべてを固定子の径方向に関して離間させることができるので、コイルエンド群内において複数のコイルエンドが互いに密着することを防止でき、コイルエンド群内への通風を容易にして冷却性を高め、冷却風とコイルエンドとの干渉による騒音の低減を図ることができる。

【0035】また、前記スロット内において電気的に絶縁されたすべての電気導体は、前記固定子鉄心の端部に形成されたコイルエンドにおいて空間的に離間して配置されていることが望ましい。かかる構成によると、すべての電気導体は、コイルエンドにおいて良好に冷却され、電気導体の間での冷却性のばらつきがなく、均等な冷却を得ることができる。

【0036】また、前記電気導体は、前記スロット内における断面形状が前記スロット形状に沿った略矩形形状であるという構成を採用することが望ましい。かかる構成によると、スロット内における電気導体の占積率を高めることが容易になる。また、スロット形状に沿った略矩形形状であるため、電気導体から固定子鉄心への伝熱を向上できる効果もある。なお、略矩形形状としては、スロット内の形状に沿った断面形状であることが重要であり、正方形、長方形といった形状の他、4 辺の平面と丸い角とで構成された形状、長方形の短辺を円形とした長円形などを用いることができる。なお、正方形、長方形を用いることで、スロット内における占積率を向上することができる。また、断面積の小さい電気導体にあつては、長円形を用いてもよい。かかる断面形状の電気導体は、円形断面の電気導体を、プレスして形成することができる。

【0037】また、複数の前記電気導体は、裸の金属材料よりなり、前記スロット内において複数の前記電気導体の相互間と、前記複数の電気導体と前記スロットの内壁面との間とに介装されて電気的な絶縁を提供する電気絶縁部材を備え、複数の前記電気導体は、前記スロット外においては、互いに空間的に離間して配置されているという構成を採用してもよい。

【0038】これによれば、電気導体の絶縁皮膜を廃止でき、素材費を大幅に低減できる。更に絶縁皮膜の破損に配慮することなく、電気導体をプレス加工できるなど生産工程が大幅に簡略化でき、低コスト化を図ることができる。また、従来耐熱温度が最も低かった絶縁皮膜の廃止により、固定子巻線の耐熱温度を上げることができるので、発熱に対する信頼性が向上する効果もある。ま

た、前記固定子鉄心と該スロットに収納された導体とからなる固定子の軸方向全長が、前記ランデル型回転子の軸方向全長と同等以下である構成を採用してもよい。

【0039】かかる構成によると、回転子に対して軸方向に短い固定子が配置されるため、これらの配置を卵形にすることができる。このため、フレームを含めて卵形の発電機外殻を提供でき、搭載スペースの狭小化に対応できると共に、機械的強度の向上による磁気騒音の低減を図ることができる。また、前記スロットの両側に位置する鉄心歯先部の少なくとも一部を塑性変形させて、前記スロットの内周側の開口の巾を前記スロット内の内壁間距離より狭く形成してなるという構成を採用してもよい。

【0040】かかる構成によると、鉄心歯先部の塑性変形の時にスロット内の電気導体を更に径方向内周側からスロット奥に押し込むので、より高占積率化を達成できる。更に、固定子鉄心の歯部が十分固定できるため、鉄心の剛性が上がりステータ鉄心の振動を抑制することができるので、磁気騒音を低減できる。また入口部を内壁間距離より狭くすることによりウエッジ等係止部材を廃止できるので、コスト低減が可能である。更に歯先部を塑性加工させることにより加工硬化するため、剛性の高い電気導体を使っても径方向内側に飛び出すことがない。なお、かかる構成は、スロット内の断面形状にかかわらず採用することができる。ただし、スロットの断面形状を、深さ方向に関して巾が一定な平行スロットとすることが望ましい。これにより、内層導体と外層導体との形状を同じにしてもスロット内の隙間が不均一にあくことなく、高占積率化が可能である。

【0041】また、前記電気導体のスロット外に位置する部分の少なくとも一部が略扁平形状である構成を採用してもよい。かかる構成によると、コイルエンド部における電気導体からの放熱面積を大きくすることができる。さらに、複数のコイルエンドのそれぞれに扁平形状を採用し、それらを径方向と平行に配置することで、コイルエンド間の隙間を確保でき、さらには径方向への通風抵抗を低減できる。なお、電気導体は部分的に扁平形状に成形する他、スロット外においてはその全体を扁平形状としてもよい。さらには、スロット内も含めて全体を扁平な断面形状をもって形成してもよい。なお、扁平形状としては、長方形断面、長楕円断面などを採用することができる。

【0042】また、前記界磁回転子の磁極間には磁石を介在し、界磁磁束に磁石磁束を加え前記固定子に向かわせる構成を採用してもよい。かかる構成によると、ランデル型界磁回転子の性能向上による高出力、高効率といった効果を得ることができる。しかもかかる効果を、固定子側における損失によって失うことなく、固定子巻線の改良による放熱性向上の効果によって十分に引き出すことができる。

【0043】また、前記コイルエンドにおける複数の前記電気導体は、それらの表面の殆ど全体が前記冷却風にさらされている構成を採用することが望ましい。かかる構成によると、高い冷却性を、すべての電気導体に対して均等に発揮させることができる。なお、かかる構成は、電気導体をスロット内において径方向にのみ配列した構成、あるいは電気導体を裸線としてそれらを空間的に離間させて絶縁した構成、あるいはスロット外においても矩形の電気導体を採用した構成との組合せの下で、比較的簡単に実現できるという製造上の利点と、より高い冷却性を実現できるという利点とを発揮する。

【0044】また、前記コイルエンド群が、前記固定子鉄心の両端にそれぞれ形成されており、前記フレーム内にはそれぞれの前記コイルエンド群に対応して2つの冷却風の通風経路が形成されているという構成を採用することが望ましい。かかる構成によると、2つのコイルエンド群がそれぞれの通風経路によって確実に冷却される。しかも、その冷却は、コイルエンド群内の電気導体が、そこを横切る冷却風によって冷却されるため、熱に起因する損失上、効率上の問題点を低減し、さらには騒音上の問題点を低減する。また、前記フレーム内における冷却風を生じさせる送風手段を備えることが望ましい。

【0045】かかる構成によると、フレーム内に確実に冷却風の流れを作り出すことができ、コイルエンドを確実に冷却することができる。なお、送風手段としては、専用の冷却ファンを設ける他、ランデル型界磁回転子の形状を利用するなどの構成を採用することができる。さらに、送風手段を採用する構成においては、前記コイルエンドに対応して、前記フレームには前記電気導体を横切って流れる冷却風の通風孔が形成されているという構成を採用することが望ましい。

【0046】かかる構成によると、電気導体を横切って流れる冷却風を効率よく流すことができる。なお、かかる構成は、固定子鉄心の両側にそれぞれコイルエンド群を構成する場合には、それぞれのコイルエンド群に対応して通風孔が設けられることが望ましい。さらに、前記送風手段は、前記界磁回転子の軸方向端部に設けられており、前記界磁回転子の回転により遠心方向外側に向けて送風し、前記コイルエンドにおける前記複数の電気導体を横切って流れる冷却風を生じさせる送風手段を備える構成を採用することが望ましい。

【0047】かかる構成によると、固定子のコイルエンド群の内側に近接して送風手段が配置され、しかも、遠心方向外側へ向かう冷却風はコイルエンド群内を横切って流れた後フレームに形成された通気口から排出されるため、コイルエンド群へ強力かつ大量の冷却風を提供することができる。しかも、コイルエンド群内においては電気導体の形状が改良されているため、低騒音で高い冷却性、放熱性が得られる。なお、ここにいう「遠心方向

外側に向けて送風」は、遠心方向成分のみによる送風の他、いくらかの軸方向成分を含んだ送風であってもよい。かかる送風方向の設定は、界磁回転子の冷却などの要求に応じて適宜選択することができる。

【0048】また、前記送風手段は、前記界磁回転子の軸方向の両端部に設けられているという構成を採用することが望ましい。かかる構成によると、界磁回転子の軸方向の両側において冷却風を得ることができる。なお、固定子の両側にコイルエンド群を形成した構成と併用することで、2つのコイルエンド群のそれぞれを、対応する送風手段で冷却することができる。また、前記送風手段は、複数のブレードを有する送風ファンを備えるという構成を採用することができる。

【0049】かかる構成によると、冷却風を確実に得ることができる。また、前記送風手段は、前記複数の爪状磁極に対応して形成された前記ランデル型鉄心の形状により提供されるという構成を採用してもよい。かかる構成によると、ランデル型鉄心が本来的に有する複数の爪状磁極に対応した形状によって冷却風を得ることができる。なお、かかる構成では、ランデル型鉄心のみで送風する構成を採用した場合には、専用の送風ファンを不要とでき、部品点数、加工工数を低減できる。また、送風ファンと併用して共同して送風する構成を採用した場合には、送風風量を増加することができる。

【0050】なお、前記ランデル型鉄心の軸方向端部と、前記フレームの内壁面とを近接して対向させて配置してなる構成を採用することができる。かかる構成によると、フレームの内壁面をシュラウドとして機能させて、ランデル型鉄心の軸方向端部の形状を利用して送風することができる。なお、シュラウドとしてのフレームの内壁面とは、フレームとしての金属製部材の内壁面の他、フレームに装備された部品であってもよい。

【0051】また、前記フレームには、前記界磁回転子を駆動するブリーの装着端に面して前記送風手段のための吸気口が形成され、前記吸気口の最外径は、そこに装着されるべきブリーの最外径より小さいという構成を採用することができる。かかる大直径のブリーを採用する場合でも実用的な車両用交流発電機を提供できる。すなわち、小型高出力化を図る場合、トルク増加によりベルト寿命が低下する問題があるため、ブリー径を大型化してベルトに加わるストレスを低減する必要がある。ところが、かかる構成では、ブリーがフレームの吸入孔をふさいでしまい、通風抵抗が増すため冷却風量が減少する。しかし、本案では固定子の改良により冷却性を向上しているため、冷却風量が減少してもコイルエンドを冷却でき、ベルト寿命を確保しつつ、小型高出力化を達成できる。

【0052】また、前記コイルエンドは、第1スロット内に所定の層として配置された第1電気導体と、前記第1スロットから、前記界磁回転子のNS極の磁極ピッチ

に対応して離間する第2スロット内に前記第1電気導体とは異なる層として配置された第2電気導体とを直列接続する接続パターンによって形成されているという構成を採用することが望ましい。

【0053】これによれば、固定子鉄心の各軸方向側面のコイルエンドの並びが同一方向となり、異なる相のコイルエンドの干渉を回避することができる。よって、導体はスロット奥まで挿入することができ、占積率を向上することにより出力向上が可能となる。また、コイルエンドに凹凸が無く、一様な繰返し紋様を形成しているので、冷却風との間で生ずる騒音も低減できる。

【0054】また、前記コイルエンドは、前記第1スロットから延び出す前記第1電気導体の端部と、前記第2スロットから延び出す前記第2電気導体の端部とを接合して構成されており、前記第1電気導体と前記第2電気導体とは、別体の導体制製のセグメントにより提供されており、一方の電気導体の端部が、前記磁極ピッチの半分の距離を少なくとも周回する角度と長さを持っているという構成を採用することができる。

【0055】これによれば、セグメントをスロット内から延び出して配置し、他のセグメントと接合することでコイルエンドが形成される。かかる接合により形成されたコイルエンドが、そこを横切って流れる冷却風によって冷却される。このような接合を伴う構成を採用することにより、セグメントを採用できる。なお、接合とは、超音波溶接、アーク溶接、ろう付けなどによる電氣的接続をいう。

【0056】また、前記セグメントは、2本の前記電気導体を前記固定子鉄心の一方の端部でターン部により連続的に接続してなるU字状のセグメントであり、前記第1の電気導体の端部としての第1のU字状セグメントの端部と、前記第2の電気導体の端部としての第2のU字状セグメントの端部との接合を、前記接続パターンとして前記コイルエンドが形成されているという構成を採用することが望ましい。

【0057】かかる構成によると、導体の部品点数及び接合箇所が半減でき製造工程が容易となる。また、接合部を固定子の軸方向片側にそろえることから、生産工程が容易となる効果がある。また、前記セグメントは、スロットの両側から突出する2つの端部をもったセグメントであり、前記固定子鉄心の一方の端部において、前記第1電気導体の端部としての第1セグメントの一方の端部と、前記第2電気導体の端部としての第2セグメントの一方の端部との接合を、前記接続パターンとして一方のコイルエンドが形成され、前記固定子鉄心の他方の端部において、前記第1電気導体の端部としての第1セグメントの他方の端部と、他の前記第2電気導体の端部としての第3セグメントの他方の端部との接合を、前記接続パターンとして他方のコイルエンドが形成されているという構成を採用してもよい。

【0058】これによれば、電気導体は一方に延びる単純形状にできるので、電気導体自体の製造工程が容易となる。また、あらかじめ成形した電気導体を径方向内周側からスロットへ押し込むことができるので、軸方向から挿入する場合に比べコイルエンド部の加工が不要となり製造工程が容易になるとともに、さらに高占積率が可能となる。

【0059】また、前記電気導体の両方の端部の周回長さの合計が、前記磁極ピッチに対応しているという構成を採用することが望ましい。これによれば、一定形状のセグメントを利用して固定子上を周回する固定子巻線を形成することができる。従って、電気導体の形状を統合し、種類を低減でき、電気導体を製造するためのプレス型などの製造設備を安価にできる。また、接合部を固定子鉄心の両側面に配置し、しかも同じ形状とすることで接続部の生産工程が容易となる。

【0060】また、前記スロットの両側に位置する鉄心歯先部の少なくとも一部を塑性変形させて、前記スロットの内周側の開口の中を前記スロット内の内壁間距離より狭く形成してなる構成を採用することが望ましい。これによれば、鉄心歯先部の塑性変形の時にスロット内の電気導体を更に径方向内周側からスロット奥に押し込むので、より高占積率化を達成できる。更に、固定子鉄心の歯部が十分固定できるため、鉄心の剛性が上がりステータ鉄心の振動を抑制することができるので、磁気騒音を低減できる。また入口部を内壁間距離より狭くすることによりウエッジ等係止部材を廃止できるので、コスト低減が可能である。更に歯先部を塑性加工させることにより加工硬化するため、剛性の高い電気導体を使っても径方向内側に飛び出すことがない。なお、かかる構成は、スロット内の断面形状にかかわらず採用することができる。ただし、スロットの断面形状を、深さ方向に関して巾が一定な平行スロットとすることが望ましい。これにより、内層導体と外層導体との形状を同じにしてもスロット内の隙間が不均一にあくことなく、高占積率が可能である。

【0061】また、さらに整流器を備え、前記電気導体の一部が前記整流器の整流素子の電極に直接接続されている構成を採用してもよい。これによれば、整流回路を構成するための端子台等の接合部材が不要であり、簡単な構成の低コストで小型の整流器を提供できる。なお、電気導体をセグメントで構成する場合には、かかる整流素子との直接接続のためのセグメントは、他のセグメントより長いなど、所定の接続パターンを繰り返して接合される他のセグメントとは異なる形状とすることが望ましい。

【0062】また、前記整流素子の電極に接続される前記電気導体は、前記固定子と前記整流素子電極との間において変形しやすい部分を有するという構成を採用してもよい。これによれば、電気導体の変形で振動などを吸

収でき、整流素子の破損を防止する事ができ高信頼性を実現できる。なお、変形しやすい部分としては、電気導体の一部を細くした形状などを採用することができる。

【0063】また、さらに整流器を備え、整流器は、前記U字状セグメントのターン部側に前記整流器を配置して前記固定子巻線の巻線端と接続したという構成を採用してもよい。かかる構成によると、巻線を形成するためにU字状セグメントの端部を接合する時に、整流素子の電極に接続される導体が邪魔にならず、同一パターンの繰り返し接合が可能となるので、製造工程が容易となり、コスト低減が可能となる。

【0064】また、さらに整流器を備え、整流器は、前記U字状セグメントのターン部とは反対側に前記整流器を配置して前記固定子巻線の巻線端と接続したという構成を採用してもよい。かかる構成によると、U字状セグメントのターン部形状を同一にできるため、セグメントの製作工数を短縮でき、コスト低減が可能となる。また、前記固定子は、相互に短絡して中性点となす引き出し配線を有するという構成を採用することができる。

【0065】かかる構成によると、固定子上において中性点接続を実現できる。なお、電気導体を延長して敷設し、複数の電気導体を直接に接続して中性点接続を得ることが望ましい。特に、断面形状が矩形の電気導体を採用した場合には、十分な強度が得られ、他のコイルエンドとの間にも空間を確保しながら敷設することができる。また、放熱面積を増加し、固定子コイルの冷却性を向上することもできる。

【0066】また、以上に述べた構成において、前記内層と外層の導体は一对とすることができる。かかる構成によると、固定子への導体の組み付け工数が少なくできるとともに、コイルエンドの本数が少ないので隙間を容易に確保できる。また、導体の部品点数及び電気接続箇所が少ないので、製造工程を容易にできる。また、前記内層と外層の導体は二対以上であってもよい。

【0067】かかる構成によると、コイルエンドの干渉を抑制しつつ、スロットあたりの導体数を4本以上に設定できるので、燃費向上や車両アイドル停止時の騒音低減などのために車両のアイドル回転数が更に低下した場合でも、発電機から出力することができる。なお、内層電気導体と、外層電気導体とを二対以上配置した場合にあっては、ひとつの前記スロット内に收容される複数の前記電気導体は、前記スロットの深さ方向にのみ配列されており、複数の前記電気導体は、前記コイルエンド群において互いに他の電気導体と接合されて複数の接合部を形成しており、複数の前記接合部は、多重の環状に配列されており、前記コイルエンド群内において周方向並びに径方向に関して互いに離間して配置されているという構成が採用されることが望ましい。

【0068】かかる構成によると、接合部は、複数の電気導体の配置、すなわちスロットの配置に対応して、周

10

20

30

40

50



方向に沿って環状に配列される。しかも、スロット内には、複数の電気導体を径方向にのみ配列して収容しているため、接合部の環状の配列を、同心状の多重に配置することができる。このため、複数の接合部を、周方向ならびに径方向へも離間させて配置することができ、複数の接合部の間に確実に隙間を形成できる。また、接合部間の短絡を容易に回避できる結果、接合工程における利点が提供される。

【0069】上記目的は、回転周方向に交互にNS極を形成する界磁回転子と、該回転子の外周に対向配置した固定子と、前記回転子と固定子とを支持するフレームと、前記固定子より導いた交流電力を直流電力に整流する整流器とを有する車両用交流発電機において、前記固定子は、複数のスロットを形成した積層固定子鉄心と、該スロットに収納された複数の電気導体とを有し、前記電気導体は複数のセグメントを含み、前記セグメントは、それぞれが異なるスロット内に収容される2本の直線部を有する略U字状セグメントであって、複数の前記U字状セグメントのターン部は、コイルエンドとして前記固定子鉄心の一方の端面側から軸方向に突出して配置され、しかも互いに離間して配列されて第1コイルエンド群を形成し、一の前記スロット内に収容された異なる層をなす複数の前記電気導体が同一の出力相の固定子巻線を構成し、前記一のスロット内に収容された前記電気導体を含んで形成される第1巻線の出力と、前記一のスロットに近い他のスロット内に収容された他の電気導体を含んで形成される第2巻線の出力とが合成して出力され、複数の前記U字状セグメントの端部は、他方の端面側から軸方向に突出して配置され、巻線のコイルエンドを形成するように所定の接続パターンで接合され、しかもこれらコイルエンドが互いに離間するように配列されて第2コイルエンド群を形成し、前記界磁回転子は、前記N極および前記S極を提供する複数の爪状磁極を有するランデル型鉄心を備え、さらに前記界磁回転子は、前記界磁回転子の軸方向の両側において、前記第1コイルエンド群を横切って径方向に空気が流れる通風路と、前記第2コイルエンド群を横切って径方向に空気が流れる通風路とを提供しているという構成によって達成される。

【0070】かかる構成によると、固定子の両端部に冷却性に優れたコイルエンドが形成され、しかも界磁回転子によって、それぞれのコイルエンド群に、それらを横切って空気を流す通風路が提供されるため、小型、高出力の車両用交流発電機を提供することができる。なお、前記界磁回転子は、その軸方向の端部に、前記コイルエンド群に向けて送風する送風手段を備えることが望ましい。

【0071】これにより、コイルエンド群に向けて、強力に大量の空気を送風することができる。さらに、前記フレームには、前記第1コイルエンド群の外周側と、前

記第2コイルエンド群の外周側との両方に前記通風路の出口としての通風口が開設されていることが望ましい。

【0072】これにより、送風手段からコイルエンド群を抜けてさらに通風口から排出される通風路が提供される。なお、前記U字状セグメントは、断面形状が長方形の電気導体により構成されており、前記コイルエンドにおいては、その断面の長手方向を径方向に配列して配置されていることが望ましい。かかる構成を採用することで、コイルエンド群の通風抵抗を低減でき、低騒音化を図ることができる。なお、長方形の断面形状としては、長方形のほか、長方形の短辺を曲面とした形状や、長楕円形などを用いることができる。

【0073】また、ひとつの前記スロット内には、内層と外層とを一对とする複数対の前記直線部が、前記スロットの深さ方向にのみ配列されて収容されており、前記U字状セグメントの端部を接合してなる複数の接合部は、前記第2コイルエンド群内において多重の環状に配列されており、複数の接合部は周方向並びに径方向に関して互いに離間して配置されているという構成を採用することができる。

【0074】かかる構成によると、ひとつのスロット内に複数対の電気導体を収容する場合で、接合部を第2のコイルエンド群内において確実に離間して配置することができ、製造工程における利点を提供することができる。また、前記電気導体は、所定の相数をもった多相の固定子巻線を形成しており、前記固定子鉄心には、前記界磁回転子の磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットを1相分とする、前記相数に対応した多相分の第1スロット群が形成されるとともに、さらに前記第1スロット群から所定の電気角度ずれた第2スロット群が形成されており、前記第1スロット群に収容された前記電気導体により構成される多相の固定子巻線の出力と、前記第2スロット群に収容された前記電気導体により構成される多相の固定子巻線の出力とを合成して出力するという構成を採用してもよい。かかる構成によると、スロット内に収容される電気導体の総数が制限され、同一相の出力値が制限される構成にあっても、所要の出力を得ることができる。特に、セグメントを採用することによりスロット内の占積率の向上効果と、コイルエンド群における低騒音、高冷却性といった効果とを生かしつつ、高出力を達成することができる。

【0075】なお、第1スロット群と第2スロット群とは、互いに隣接するスロットを利用して構成することが望ましい。また、第1スロット群と第2スロット群とは、磁気音の低減のためには、3相発電機においては電気角約30度ずれていることが望ましい。また、出力の合成は、各群の近接する相の巻線を直列あるいは並列に接続して、交流として合成する構成を採用できる。また、出力の合成は、各群毎に直流に整流した後に、直流として合成する構成を採用できる。



【0076】さらに、上記の目的は、回転周方向に沿って交互にNS極を形成する界磁回転子と、該回転子と対向配置された固定子鉄心、及びこの固定子鉄心に装備された多相固定子巻線を備える固定子と、前記回転子と固定子とを支持するフレームとを有する車両用交流発電機において、前記界磁回転子は、前記N極および前記S極を提供する複数の爪状磁極を有するランデル型鉄心を備え、前記固定子鉄心は、積層板を貫いて延びる複数のスロットが形成された積層鉄心を備え、前記多相固定子巻線は、複数の電気導体を備え、これら複数の電気導体は、前記スロット内においては、前記スロットの深さ方向に関して内層および外層として一対以上の対をなして配列され、前記スロット内に互いに絶縁して収納されており、前記スロット外においては、前記固定子鉄心の端面側に延び出して配置されており、異なるスロット内に異なる層として配置された2つの前記電気導体を直列接続する接続パターンによってコイルエンドを形成しており、その結果前記固定子鉄心の端面側には前記接続パターンを主として繰り返すコイルエンド群が形成されており、さらに、前記コイルエンドにおける複数の前記電気導体は、前記フレーム内における冷却風の通風方向と交差して延びるように配置され、前記コイルエンドにおける複数の前記電気導体を横切って冷却風が流れる構成が提供されるという構成を採用することで達成される。

【0077】すなわち、かかる構成を採用することで、スロット内における電気導体の占積率を高めることができる。しかも、コイルエンドにおける複数の電気導体を横切って冷却風が流れるので、コイルエンドにおいて高い放熱性が得られ、高出力化に伴う熱的な問題を回避することができる。特に、フレーム内に形成される空気流を利用して高出力化に伴う熱的な問題を回避することができる。このように、従来の車両用交流発電機にない構成が採用されることで、ランデル型界磁回転子を用いた実用的な構成の下で、高出力化に伴う熱的な問題を回避することができるという利点を得られる。

【0078】なお、ひとつの前記スロット内には複数対の前記電気導体が、前記スロットの深さ方向にのみ配列されて収容されており、複数の前記電気導体は、前記コイルエンド群において互いに他の電気導体と接合されて複数の接合部を形成しており、複数の前記接合部は、多重の環状に配列されており、前記コイルエンド群内において周方向並びに径方向に関して互いに離間して配置されているという構成を採用することで、ひとつのスロット内に4本以上の電気導体を収容しながら、コイルエンドにおける電気導体間の干渉を防止することができる。特に、電気導体の接合部間の干渉を防止することができる。従って、コイルエンドにおける放熱性の向上効果を損なうことなく、巻線としてのターン数を確保し、出力の向上を図ることができる。

【0079】上記目的を達成するために、回転周方向に

沿って交互にNS極を形成する界磁回転子と、該回転子と対向配置された固定子鉄心、及びこの固定子鉄心に装備された多相固定子巻線を備える固定子と、前記回転子と前記固定子とを支持するフレームとを有する車両用交流発電機において、前記固定子鉄心には、前記多相固定子巻線を収容する複数のスロットが形成されており、これら複数のスロットは、前記界磁回転子の磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットを1相分のスロット群として、多相分のスロット群よりなる第1スロット組と、さらに前記第1スロット組から所定の電気角度ずれた第2スロット組とを含んでおり、前記多相固定子巻線は、複数の電気導体を接合して構成されており、これら複数の電気導体は、前記スロット内においては、前記スロットの深さ方向に関して内層および外層として一対以上の対をなして配列され、前記スロット内に互いに絶縁して収納されており、前記スロット外においては、前記固定子鉄心の端面側に延び出して配置されて、異なるスロット内の異なる層をなす2つの電気導体を直列接続する複数のコイルエンドをなしており、前記多相固定子巻線は、前記第1スロット組に含まれる複数のスロット群に収容された多相の巻線の出力と、前記第2スロット組に含まれる複数のスロット群に収容された多相の巻線の出力とを合成するように結線されており、さらに、前記コイルエンドによって、すべての前記スロット群の巻線毎に、実質的に等しい放熱に寄与する表面積が与えられていることを特徴とする車両用交流発電機という技術的手段を採用することができる。

【0080】かかる構成によると、2組の多相巻線が得られ、それらの出力が合成されるので、発電機に求められる仕様に応じた出力特性あるいは発電電力の品質を得ることができる。しかも、2組もの多相巻線が一の固定子鉄心に装着されるにもかかわらず、スロット内に内層、外層として収容された電気導体がコイルエンドにおいて接続されて巻線が形成されているため、ひとつのスロット群に形成された巻線が有する放熱のための表面積と、他のスロット群に形成された巻線が有する放熱のための表面積とが実質的に等しくされるので、巻線毎の放熱性のばらつきを生じることがない。これにより、実質的に2倍の相を有することによる優れた出力特性、発電電力の優れた品質、さらには電気磁気的な騒音の低減といった効果を得ながら、それらの効果を減らすことのない優れた放熱性を実現することができる。

【0081】なお、2組の多相巻線を結線するにあたっては、それぞれを多相巻線として星型結線あるいは環状結線して、それぞれの出力を別々の整流器で整流した後、直流出力として直列あるいは並列に接続してもよい。また、2組の多相巻線の電気的な位相が近接する巻線を直列あるいは並列に接続して、ひとつの多相巻線として星型結線あるいは環状結線してもよい。

【0082】なお、2組の多相巻線は、電気角が30度

ずれた 2 組の 3 相巻線とすることができる。なお、さらに、前記コイルエンドにおける複数の前記電気導体は、前記フレーム内における冷却風の通風方向と交差して延びるよう配置され、前記コイルエンドにおける複数の前記電気導体を横切って冷却風が流れる構成が提供されるという技術的手段を採用してもよい。かかる構成によると、コイルエンドにおいてさらに優れた放熱性、低騒音性を実現することができる。

【0083】また、ひとつの前記スロット内には複数対の前記電気導体が、前記スロットの深さ方向にのみ配列されて収容されており、複数の前記電気導体は、前記コイルエンド群において互いに他の電気導体と接合されて複数の接合部を形成しており、複数の前記接合部は、多重の環状に配列されており、前記コイルエンド群内において周方向並びに径方向に関して互いに離間して配置されているという構成を採用してもよい。

【0084】

【実施の形態】次に、この発明を適用した車両用交流発電機を図に示す実施例に基づいて説明する。

（第一実施例の構成）図 1 から図 8 はこの発明の第一実施例を示したものである。図 1 は特に自動車用に適合された車両用交流発電機の主要部を示した図である。図 2 から図 8 は本実施例の固定子の説明図である。

【0085】この車両用交流発電機 1 は、電機子として働く固定子 2、界磁として働く回転子 3、回転子 3 と固定子 2 とを支持するフレーム 4、および固定子 2 に生じる交流電力を直流電力に変換する整流器 5 を有している。この整流器 5 の出力は 12 V のバッテリーに接続されている。回転子 3 は、シャフト 6 と一体になって回転するもので、一対のランデル型ポールコア 7、冷却ファン 11、界磁コイル 8、スリップリング 9、10、および 16 個の永久磁石 51 によって構成されている。永久磁石 51 は、図示せぬ磁石保持器によって連結されている。

【0086】ポールコア爪間に介在された永久磁石 51 は、直方体のフェライト磁石を使用している。その寸法は、磁極間幅を 8 mm、軸方向長さを 24 mm、径方向長さを 9 mm に設定してある。また、界磁コイルは、平角導体を使用し、抵抗値を 1.8  $\Omega$ 、ターン (T) 数を 330 T に設定してある。また、永久磁石 51 には、湿式異方性磁石を用い、 $-30^{\circ}$  C 下でフル励磁した際に 5 % 以下の減磁特性に抑制できる磁石材を用いている。

【0087】また、ポールコアのボス部の径は  $\phi 50$  mm であり、シャフト 6 の径は  $\phi 17$  mm に設定している。このポールコアのボス部の断面積よりシャフト 6 の断面積を引いた断面積を極対数で割ったものを基準として、略同一となるように各部磁極断面積を設定している。シャフト 6 の端部には、ブーリが固定されている。ブーリは、自動車に搭載された走行用のエンジン（図示せず）により回転駆動される。

【0088】ランデル型コア 7 は、一対のポールコアにより構成されている。コア 7 は、シャフト 6 に組付られたボス部 71、ボス部の両端より径方向に延びる 2 つのディスク部 72、及びディスク部 72 の先端に配列された 16 個の爪状磁極 73 を有する。フレーム 4 には、その軸方向の両端に、冷却空気の吸入孔 41、42 が開設されている。さらに、フレーム 4 には、その外周部に、冷却空気の吐出孔 43、44 が開設されている。吐出孔 43、44 は、コイルエンド 31 に対向して 2 列の環状に配列されている。また、ブーリの外径はフレーム 4 の軸方向端面の吸入孔 41 の外径よりも大きく設定されている。

【0089】固定子 2 は、固定子鉄心 32、固定子巻線を構成する複数の導体セグメント 33、及び固定子鉄心 32 と導体セグメント 33 との間を電気絶縁するインシュレータ 34 で構成され、フレーム 4 により支えられている。固定子鉄心 32 は、薄い鋼板を重ね合わせた積層型のもので、その内周面には複数のスロット 35 が形成されている。

【0090】ひとつのスロット 35 内には、2 本の矩形状の電気導体が、内層導体、外層導体として挿入されている。これら電気導体は、導体セグメント 33 によって提供されている。導体セグメント 33 は、U 字状、あるいは V 字状と呼び得る形状である。固定子巻線は電気接続された多数の導体セグメント 33 により構成されている。固定子鉄心 32 の軸方向端面の一方に導体セグメント 33 のターン部 33c が配置され、その他方に接合部 33d が配置されている。接合部 33d は、異なる導体セグメント 33 の端部を接続して形成されている。導体セグメント 33 は、固定子鉄心 32 の両端に突出して、それぞれコイルエンド 31 を形成している。そして、複数の導体セグメント 33 が、固定子鉄心 32 上に環状に配列される結果、環状のコイルエンド群が形成されている。

【0091】導体セグメント 33 のうち、固定子鉄心 32 から延び出す稜線部 33e は外層、内層で逆方向に傾斜している。コイルエンド群の中で隣接する導体セグメント 33 の間には電気絶縁が確保できる所定の隙間が設けられている。コイルエンド 31 には、回転子 3 のポールコア 7 のディスク部 72 が対向している。

【0092】なお、この導体セグメント 33 の絶縁皮膜はあっても無くとも良い。またインシュレータ 34 は図 4 に示されるように、固定子鉄心 32 と導体セグメント 33 との間、スロット内の各電気導体の間を絶縁すべく S 形状に配置されている。また、固定子鉄心 32 の先端歯部は固定子鉄心 32 の製作時又は導体セグメント 33 挿入後の押し曲げ等により加工硬化を加えている。

【0093】上記固定子巻線は、X、Y、Z の 3 相巻線を有している。各相の一方の巻線端 33f は、軸方向に延び出しており、整流器 5 に設けられた整流素子 52 の

電極部 5 3 に直接、ヒュージング溶接等により電気接続されている。巻線端 3 3 f には、振動を吸収し、応力の伝達を緩和するために、断面積を狭めた部分 3 3 g が形成されている。

【0094】各相の他方の巻線端は図 2 2 に示すように中性点 3 3 k として直接又は導体を介して電気接続されている。固定子巻線の製造工程を説明する。U 字状の導体セグメント 3 3 は、図 3 に示すように、内層側導体部 3 3 a と外層側導体部 3 3 b とターン部 3 3 c とで構成されている。このセグメント 3 3 は銅平板から折り曲

げ、プレス等で製作される。

【0095】複数の導体セグメント 3 3 は、固定子鉄心 3 2 の軸方向端面の同一側に複数のターン部 3 3 c が揃うように重ねられる。そして、図 4 に示すように外層側導体部 3 3 b がスロット 3 5 の深さ方向の奥側に、内層側導体部 3 3 a がスロット 3 5 の深さ方向の手前側に位置するように挿入される。その結果、略平行なスロット 3 5 の側壁に、電気導体の両側面がインシュレータ 3 4 を介して対向するように圧入される。

【0096】一方、固定子鉄心 3 2 の他端側には、複数の導体セグメント 3 3 の端部が、内層、外層として突出して配列される。そして、図 5 に示すように、内層と外層とが周方向に反対方向に曲げられる。内層と外層とは所定のスロット数だけ曲げられる。その後、異なる層の異なる導体セグメント 3 3 の端部どうしが接合され、接合部 3 3 d が形成される。この接合部 3 3 d としては、電気導通するように超音波溶着、アーク溶接、ろう付け等を採用できる。

【0097】本実施例では回転子 3 の磁極数を 16 に設定しており、固定子鉄心 3 2 のスロット数を 96 に設定し、固定子巻線は 3 相巻線を構成している。ステータ外径は  $\phi 130$  mm であり、内径は  $\phi 102$  mm に設定してある。この固定子鉄心 2 3 の積厚は 3.4 mm であり、板厚 0.5 mm の SPCC 材を積層し、レーザ溶接等で固着している。スロットは電気角で  $30^\circ$  ピッチに相当する  $3.75^\circ$  ピッチで等間隔で設定している。その形状は、側面を平行とした略矩形状であり、その側面幅は 1.8 mm、奥行きは 10 mm、背厚は 3.5 mm、開口幅は 0.8 mm に設定されている。また、先端歯先部の径方向厚さは 0.5 mm に設定されている。

【0098】このスロット内に挿入される電気導体は、厚さ 1.6 mm、幅 4.5 mm であり、角部には 0.6 mm 以下の R が取ってある。スロットと電気導体との間には、約  $100 \mu\text{m}$  の厚さのインシュレータ 3 4 が介在している。具体的結線例を図 6、図 7、図 8 を使用して説明する。図 6、図 7 の下側の渡り線部はセグメントのターン部 3 3 c であり、上側が接合部 3 3 d である。図中実線は内層の電気導体、一点鎖線は外層の電気導体を示す。

【0099】まず、3 相巻線のうちの X 相について説明

する。スロット番号の 4 番から 6 スロットおきに 9 4 番まで (4 番、10 番、16 番……94 番) が第 1 のスロット群を成している。これらに隣接する 5 番から 6 スロットおきに 95 番まで (5 番、11 番、17 番……95 番) が第 2 のスロット群を成している。第 1 スロット群に収容された複数の導体セグメント 3 3 によって形成される第 1 巻線は、2 本の波巻巻線を含んでいる。また、第 2 スロット群に収容された複数の導体セグメント 3 3 によって形成される第 2 巻線は、2 本の波巻巻線を含んでいる。

【0100】これら第 1 巻線と第 2 巻線とは、2 つの結線部 102 と、1 つの結線部 103 とを經由して直列接続されている。第 2 巻線の 2 本の波巻巻線は、結線部 103 によって反転して直列接続されている。そして、その両端それぞれに、結線部 102 によって第 1 巻線の波巻巻線が直列接続されている。そして、第 1 巻線の 2 つの端部が、巻線端 X と、巻線端 X' として引き出される。

【0101】なお、結線部 102 は、5 スロット離れたスロット内に収容された内層電気導体と外層電気導体とを接続している。結線部 103 は、6 スロット離れたスロット内に収容された同じ層の電気導体を接続している。この結果、X 相は、電気角で  $30^\circ$  位相がずれた第 1 巻線と第 2 巻線とが直列接続されて構成される。そして、第 1 巻線が 2 T、第 2 巻線が 2 T であることから、4 T の固定子巻線が構成される。同様にして、電気角  $120^\circ$  ピッチで Y 相、Z 相が形成され、図 8 に示すようにこれらの 3 相が星形結線されている。

【0102】なお上記実施例では、X 相の第 1 スロット群と、Y 相の第 1 スロット群と、Z 相の第 1 スロット群とが第 1 スロット組に属し、X 相の第 2 スロット群と、Y 相の第 2 スロット群と、Z 相の第 2 スロット群とが第 2 スロット組に属する。そして、これらスロット組に装備された巻線は、コイルエンドにおいてすべてが均等に外部に露出しており、均等に冷却風にさらされる。そして、電氣的に隣接する 2 つの巻線が直列接続されて交流として合成されており、2 組のスロット組により提供される 6 つの巻線が、3 相結線されている。また、これら巻線はコイルエンド間に隙間をもっているため、風下側に配置されるコイルエンドであっても十分に風にさらされる。このため、巻線毎の放熱に寄与する表面積の差がほとんどない。つまり、3 相の多相交流発電機として、2 倍の相数である 6 相に相当する巻線を含むにもかかわらず、すべての巻線が均等な冷却条件に置かれる。

【0103】なお、図 5、図 6、図 7 に示した固定子巻線では、導体セグメント 3 3 のターン部 3 3 c が固定子鉄心 3 2 の一方の端面側に配列され、整流器 5 に接続される巻線端 3 3 f が固定子鉄心 3 2 の他方の端面側から引き出されている。

( 実施例の作用効果 ) 上記構成とすることにより、内層

に位置する複数の導体セグメント 33 の稜線部 33 e の傾斜方向を同一方向とすることができ、しかも外層に位置する複数の導体セグメント 33 の稜線部 33 e の傾斜方向を同一方向とすることができる。このため、多相の固定子巻線をコイルエンドで干渉無く配置できる。よって、スロット内における電気導体の占積率を向上して高出力化できる。しかも、コイルエンドにおいて隣接する電気導体の間には、電気絶縁が確保できる隙間が設けられるので温度上昇が大幅に抑制される。特に本実施例では、ランデル型回転子の軸方向端部に内扇ファンとしての冷却ファン 11 を設け、コイルエンド 31 の外周側に対応してフレーム 4 に通気孔としての吐出孔 43、44 を設けているため、コイルエンド群内を通してフレーム外周部に向けて抜ける冷却風の通風抵抗を極端に低減でき、冷却性を大きく向上させることができる。

【0104】また、隣接するスロット群の巻線を直列接続して固定子巻線とすることで、スロットあたりの電気導体数を少なくしてコイルエンドでの導体間の隙間を確保しつつ、車両用発電機に必要な T 数を得ることができる。回転子の磁極数の 3 倍のスロット数で固定子を設計する従来方式の場合、スロット内の電気導体数以上の T 数を得ることはできない。一般に、車両用交流発電機では、定格 0.5 ~ 2.5 kw のものが使用される。このような出力を、車載可能な所定の体格の制限、エンジン回転数の制限の下で実現しようとした場合、少なくとも固定子巻線は 3 T 以上必要である。これより小さい T 数を設定した場合、図 9 の破線に示されるように低速回転では出力が出ず、高速のみ出力が大きくなってしまい車両用交流発電機として不適切な特性となってしまう。

【0105】例えば、スロット数を回転子の磁極数の 3 倍とし、スロットあたり電気導体数を 2 本として、固定子巻線の T 数を 2 T とした比較例と、本実施例の出力特性を図 9 の破線と実線に示す。従来方式では回転頻度の高い車両アイドル回転数付近での低下が著しく車両用発電機として成立しない。必然的に、スロットあたりの電気導体数を増加させなければならない。しかし、1 本の電気導体の断面積が同じである限り、コイルエンドの隙間減少による通風性の悪化、冷却性の悪化という問題が生じる。また、電気導体の組み付け工数の増加にともなう製造コストの増加の問題がある。逆に、1 本の電気導体の断面積を下げて T 数を増すと、巻線のインピーダンスが高くなるので高出力化が不可能となる。

【0106】これに対し、本実施例では、スロット数を極数の 3 倍以上とし、隣接するスロットの導体を直列に接続する部分を設けているので、スロットあたりの導体数は最少である 2 本とすることができる。具体的には、16 極の磁極数に対して 3 相発電機として必要な 3 倍の 48 個のスロット数だけでなく、さらに倍の 96 個のスロット数を確保している。例えば、12 極に対しては 3 相で、72 個のスロットを採用してもよい。これによ

り、コイルエンドに隙間を形成して通風による冷却性を確保でき、製造コストを増加することなくスロット内の占積率を向上させ、低回転から車両に必要な出力特性を得ることができる。

【0107】また電気角が 30° ずれた第 1 巻線と第 2 巻線とを直列接続しているため、起磁脈動力を低減できるため磁気騒音の大幅な低減ができる効果もある。しかも、第 1 巻線と第 2 巻線とは、コイルエンドにおいては均等に外部に露出しており、均等に冷却風にさらされている。しかも、コイルエンド間には、そこを横切る通風を可能とするための隙間が確保されているため、高い冷却性が得られる。この関係は、6 つのスロット群に収容された 6 つの巻線のすべてについて実現されており、すべての巻線が均等に冷却される。

【0108】また、図 6、図 7 の結線方法では、2 層化した内層側電気導体と外層側電気導体を交互に接続するため、各相の渡り線部分の長さは結果的に同一とすることができるので各相の巻線の電気抵抗値は均一となる。加えて、固定子巻線のインダクタンスはスロット内の位置によって異なるが本実施例では内層側電気導体の数と外層側電気導体の数とが各相で同一であるため、インダクタンスは略同一とすることができる。即ち、インピーダンスが均一化できることにより局部的な発熱を防止できる。

【0109】またコイルエンドの軸方向高さも飛躍的に低減でき、結果的に従来の固定子巻線に対し抵抗値を略半減できる。これにより、低インピーダンス化によって小型高出力化を図ることができると共に、発熱量低減による温度低減、高効率化をも達成できる。更にコイルエンド高さの低減にともない、固定子 2 の軸方向長さを抑制できる。この結果、フレーム 4 の角部の丸みを大きくできる。この結果、体格が丸い車両用交流発電機を構成でき、機械的剛性の向上を図ることができる。さらに、車載時に、他の部品との干渉を回避することができるという効果がある。

【0110】また、コイルエンドの冷却性が大幅に向上することから、ファンの小型化が実現できる。さらに、コイルエンド群としては、表面の凹凸が平滑化されること、一様な繰り返し紋様が形成されること、及びコイルエンド内を冷却風が横切ることで、冷却風との間で生ずるファン騒音を大幅に低減することができる。また、導体セグメント 33 のターン部 33 c と反対側から巻線端 33 f を取り出しているため、ターン部 33 c は同一形状とすることができる。このため、ターン部 33 c 以外の直線部の長さを変えて巻線端 33 f や結線部 102、103 の形成に対応できる。よって直線部の長さのみ異なる導体セグメント 33 を製作すればよいので、生産工数を大巾に下げることができ、安価な設備で対応できる。

【0111】また電気導体の断面形状の矩形化により、

高占積率化が可能であると共に、プレス等での導体セグメントの作成も可能であり、素材、加工コストの低減を図ることができる。また、電気導体と固定子鉄心との間の対向面積が大きくなるので、伝熱が良好となり電気導体の温度が更に低減できる効果がある。また、固定子全体の剛性が高まることから磁気音を抑える効果もある。また、電気導体自体の剛性があがることから、コイル間の隙間の管理が容易である。その結果、電気導体の絶縁皮膜の廃止、電気導体の固着材の廃止が可能となり、高信頼性で低コストの発電機が提供できる。また、巻線端部の剛性も高まることから、従来必要であった整流器 5 の端子台を廃止でき、直接、整流素子 5 2 に接続することも可能になるので、更にコスト低減効果がある。

【0 1 1 2】また、スロット内を、単線の電気導体を、内外に 2 層化して収容しているため、組付けが容易となる。しかも、接合箇所は径方向に 1 ヶ所であるから他の接合箇所との重なりがなくなり、溶接等の工程が容易になり、生産性が向上する。よって低コストの発電機を提供できる。更に、1 組の整流器で構成できるため、電気部品が簡素化でき、低コスト化できる効果もある。

【0 1 1 3】また、ランデル型回転子であることから、冷却ファンに鉄材が使用できるので、高速回転に対する耐久性がセーレント型回転子よりも優れる。セーレント型回転子では、軸方向端面に磁極が並ぶので、この軸方向端面に設ける部材は、磁束短絡防止のためにアルミや樹脂などの非磁性材を使用しなければならないからである。このような高速耐久性の高さにより、ブーリ比を高く設定することができるので、エンジンのアイドル回転時の回転子の回転数を高くして出力を向上できる。また、ファンの材料費や加工費が安く、さらにボールコ

アとの接合手段にも安価なヒュージング溶接などが採用できることにより、製造コストの低減効果もある。

【0 1 1 4】（第二実施例）図 1 0 から図 1 2 に第二実施例を示す。第一実施例では、固定子鉄心 3 2 の端面の片側に導体セグメント 3 3 のターン部 3 3 c を設けていたが、第二実施例ではターン部 3 3 c で分離された導体セグメントを用いる。そして、固定子鉄心 3 2 の両側に接合部を配置した点異なる。

【0 1 1 5】図 1 1 に図示されるように、導体セグメント 3 3 は、スロット 3 5 内に挿入される略直線状部分である内部導体 3 3 h と、この内部導体の両側において固定子鉄心 3 2 の軸方向両側に延びる略直線状部分である外部導体 3 3 i を有してなる。この外部導体 3 3 i は磁極ピッチの約半分の距離を周回する角度と長さを持っている。外部導体 3 3 i は図 1 0 に示すようにコイルエンド 3 1 としての稜線部を形成している。そして、内層、外層の稜線部 3 3 i の傾きが逆になるように複数の導体セグメント 3 3 がスロット内に挿入されている。また、固定子鉄心 3 2 は、図 1 2 に示されるように歯先先端部 3 2 a を U 字状または J 字状とした半製品から製造され

る。固定子鉄心 3 2 は、複数の導体セグメント 3 3 をスロット内に挿入した後、径方向から歯先先端部 3 2 a に加工治具を押し当てるなどして歯先先端部 3 2 a に塑性加工を加えて、スロットの内周側開口を狭めて製造される。このようにすることで、径方向内側からの導体セグメント 3 3 の挿入が可能となり、予め導体セグメントを最終形状に加工することができ、組付けが容易となる。

【0 1 1 6】また、導体セグメントを挿入した後、導体セグメントを径方向内側から圧縮してスロット形状に合わせて変形させることで、更に高い占積率を得ることができる。また、塑性加工により歯先先端部が加工硬化するため、導体セグメント 3 3 のスプリングバックによる歯先変形を防止できる効果もある。なお、導体セグメント 3 3 は予め加工することとしたが、スロット内に収納した後折り曲げ加工しても良い。

（第三実施例）第一、第二実施例では内外層の電気導体を一對のみ、即ちスロットあたりの電気導体数を 2 T としたが、導体セグメントの挿入工程を繰り返すなどの手段により、電気導体を二対以上としてもよい。この場合も、図 1 3 に示すように、異なる相のコイルエンド間の干渉は、第一実施例と同様に回避できる。このため、上記実施例と同様に高い占積率、高い冷却効率、低い騒音などの効果が得られる。更にスロットあたりの電気導体数が増えるので、低いエンジン回転数から発電を開始でき、低速回転時の発電量を増加させることができる。

【0 1 1 7】図 1 4 には、内外層の電気導体を二対、つまりスロットあたりの導体数が 4 T の場合のインシュレータの配置を示す。更に、内外層の電気導体を二対以上設けることで、スロット数の設定、結線箇所等を変えることにより、任意の T 数を構成することができる。

（第四実施例）第一から第三実施例では、電気角で 3 0 ° の位相差をもつ 2 つのスロット群に収容された巻線を直列接続することにより、スロットあたりの T 数を増やすとともに、磁気音の主成分である極対数の 6 倍次数成分をキャンセルして騒音低減を図っている。つまり、交流の状態、2 つの巻線の出力を合成している。

【0 1 1 8】これに対し、図 1 5、1 6 の固定子巻線展開図、および図 1 7 の回路図に示すように、電気角で 3 0 ° の位相差をもつ 2 組の三相巻線をそれぞれの整流器で整流した後、合成して出力する点異なる。つまり、直流の状態、2 つの巻線の出力を合成している。具体的結線例を図 1 5、図 1 6、図 1 7 を使用して説明する。図 1 5、図 1 6 の下側の渡り線部はセグメントターン部 3 3 c となり、上側が結線部 3 3 d となる。図中実線は内層電気導体、一点鎖線は外層電気導体を示す。

【0 1 1 9】まず、X 相の第 1 巻線と第 2 巻線について説明する。スロット番号の 4 番から 6 スロットおきに 9 4 番まで（4 番、1 0 番、1 6 番……9 4 番）が第 1 のスロット群を成している。これらに隣接する 5 番から 6 スロットおきに 9 5 番まで（5 番、1 1 番、1 7 番……

9 5 番) が第 2 のスロット群を成している。第 1 スロット群に形成される第 1 巻線は、図 1 5 に示す巻線端 X 1 と、X 1' とを有する。第 1 巻線は、巻線端 X 1 と、X 1' との間に敷設された反転結線部で直列接続された 2 本の波巻巻線を含んでいる。

【0 1 2 0】第 2 スロット群に形成される第 2 巻線は、図 1 6 に示す巻線端 X 2 と、X 2' とを有し、第 1 巻線と同様に形成されている。さらに、同様にして、電気角で 1 2 0° 離れて Y 相、Z 相が形成されている。これら各相についても、第 1 巻線と第 2 巻線が形成されている。そして、これら 6 本の巻線は、図 1 7 に示すように結線される。X、Y、Z 相の 3 つの第 1 巻線が星型結線されて第 1 整流器に接続される。X、Y、Z 相の 3 つの第 2 巻線が星型結線されて第 2 整流器に接続される。第 1 整流器の直流出力と、第 2 整流器の直流出力とは並列に接続され、直流出力が合成される。

【0 1 2 1】これにより、2 T の 3 相巻線の直流出力を合計して取り出すので、低回転域での出力不足を改善することができる。更に、内外層電気導体を二対以上配置する第三実施例と組み合わせることで、4 T 以上を実現でき、低回転域での発電不足の問題を解消できる。また、電気角が異なる 2 つの巻線を直列接続することが不要であるから、導体セグメントの形状を同一にすることができ、導体セグメントの生産効率が更に向上できる。磁気音の主成分である極対数の 6 倍次数成分をキャンセルして騒音低減が達成される効果も得られる。

【0 1 2 2】なお上記実施例では、X 相の第 1 スロット群と、Y 相の第 1 スロット群と、Z 相の第 1 スロット群とが第 1 スロット組に属し、X 相の第 2 スロット群と、Y 相の第 2 スロット群と、Z 相の第 2 スロット群とが第 2 スロット組に属する。そして、これらスロット組に装備された巻線がそれぞれ異なる多相固定子巻線として多相結線され、それぞれ別々に整流されて、その後直流として並列接続されて合成されている。

(その他の実施例) 上記第一実施例では、固定子 2 の端面の片側でのみ導体セグメントを接合したが、両側で接合してもよい。例えば、複数の導体セグメントのターン部を、固定子鉄心 3 2 の両側に分散して配置することができる。この場合、接合部の間隔を広くでき、溶接等の接合工程が容易になる効果がある。

【0 1 2 3】上記第二実施例で採用した図 1 2 に図示される固定子鉄心 3 2 と、第一実施例で採用した図 3 に図示される導体セグメント 3 3 とを組み合わせることができる。また、図 1 2 の固定子鉄心 3 2 を採用する場合には、導体セグメントをスロットに挿入しつつ、挿入が完了したスロットから順番に塑性加工を実施することができる。これにより、生産効率が飛躍的に向上できる。

【0 1 2 4】電気導体としては、複数の素線からなる矩形断面の電気導体を採用できる。上記の実施例では、電気導体は銅製である。これに代えて、アルミ、鉄等を用

いることができる。かかる材質の選定により、素材コストの低減、鋳物、ダイカストで導体セグメントを製造でき、生産工程が容易となる効果がある。また、電気導体の断面は、矩形としたが、丸断面であってもよい。また、矩形と丸との複合でもよい。たとえば、スロット内を矩形とし、スロット外を丸とすることができる。この場合、高い占積率、高い冷却性能の効果が得られる。また逆に、スロット内を丸とし、スロット外を矩形とすれば、コイルエンドにおける電気導体間の隙間を十分確保でき、冷却風の通風抵抗を低減して冷却性能を大幅に向上できる。なお、矩形断面の電気導体は、扁平形状と言い得る形状である。

【0 1 2 5】導体セグメント 3 3 に絶縁皮膜を設け、インシュレータをスロットの内壁に沿って U 字型に配置しても良い。この場合、インシュレータ形状が単純化できる効果がある。また、固定子鉄心 3 2 を絶縁処理してインシュレータを廃止しても良い。この場合、導体セグメント 3 3 をスロットに挿入する時に、インシュレータがずれて絶縁不良を起こすことを防止できる。

【0 1 2 6】固定子巻線は、3 相以上の多相巻線であってもよい。多相巻線であっても、固定子鉄心 3 2 に規則的に巻線を形成でき、巻線形状を複雑にすることがない。3 相以上とすることで、出力電圧のさらなる低ノイズ化、低リップル化を図ることができる。固定子巻線は、三角結線されてもよい。これは車両が必要とする発電量の特性に応じて、適宜、選択できる。

【0 1 2 7】回転子として、永久磁石を持たない回転子を採用してもよい。また、永久磁石の励磁のみによる回転子であってもよい。回転子の両端面に冷却ファンを設けてもよい。例えば図 1 8 に示す構成を採用できる。この実施例では、回転子のフロント側端面にも冷却ファン 1 2 が装備される。かかる構成によると、良好な冷却特性が得られる。なお、ランデル型回転子では、ポールコアのディスク部で風を発生するため、図 1 に示す片方の冷却ファン 1 1 だけでも必要な冷却性が得られるが、両側に冷却ファンを設けた場合、更に車両用交流発電機としての体格を小型化できる効果がある。

【0 1 2 8】また、図 1 9 に示す構成を採用してもよい。回転子 3 の冷却ファンが設置されていない端面に、フレーム 4 の吸入孔 4 1 の外周部の内壁面 4 5 を近接させて対向させている。これにより、ポールコア 7 のディスク部 7 2 をファンと見立てて、内壁面 4 5 がシュラウドの役割を担う。このため、ディスク部 7 2 の送風能力が増す。従って、冷却ファンを両側に設ける場合に比べて、部品点数、加工工数を増やすことなく、同等の冷却性能を達成でき、更に小型化できる。

【0 1 2 9】図 2 3 に示すように、巻線端 3 3 f を、ターン部 3 3 c と同じ側に設けてもよい。これにより、接合部での溶接などによる接合工程において、巻線端 3 3 f が邪魔にならず、しかも同一パターン繰り返し接合



となるから、生産工程が容易となる。以上に述べた実施例では、回転子の磁極数の 6 倍の数のスロットを設けている。そして、隣接する 2 つのスロットに収容された電気導体を直列接続する箇所を設けることで、一連の巻線のターン数を 4 T とした。これは、3 相の 2 倍スロット直列巻線と呼ぶことができる。これに代えて、例えばスロット数を磁極数の 9 倍としてもよい。そして、隣接する 3 つのスロットに収容された電気導体を直列接続する箇所を設けることで、6 T とすることができる。これは、3 相の 3 倍スロット直列巻線と呼ぶことができる。また、同一スロット内の導体を直列接続しないで、並列接続させる箇所を設けることにより、5 T とするなど奇数のターン数に設定することもできる。スロット数の増加によりさらに多いターン数に設定してもよい。

【0130】また、固定子鉄心 32 に設けるスロット数は、上記倍スロット構成よりさらに 1 スロットだけ多くしてもよい。例えば、97 本のスロットを固定子鉄心 32 に形成してもよい。この場合の結線を説明する展開図を図 20、図 21 に示す。図中、実線は内層電気導体、一点鎖線は外層電気導体を示す。この構成によると、結線部 104、105 の形状、特に高さを他のコイルエンドを同じにすることができる。図 6、図 7 に図示される結線では、結線部 102、103 は、他のコイルエンドとは異なる高さを持っており、異なる形状の電気導体を必要とするとともに、接合工程の複雑化を招く。

【0131】隣接するスロットの異なる層をなす電気導体を接続する結線部 104 は、他のコイルエンドと同じ傾斜と高さを持っている。このため、U 字状の導体セグメントの製作にあたって、直線部の長さを統一でき、導体セグメントの生産工程が容易になる。更に、同じ層の電気導体を接続するための結線部 105 は、通常の繰り返しと同じ形状とすることができるので、結線工程が容易になる。

【0132】この構成では、図 20、図 21 の巻線端 X などの引出し側に、U 字状の導体セグメントのターン部を配置してもよい。ターン部の広がりやすべてスロット 6 本分に統一化されるため、セグメントの生産工程が容易になる効果もある。また、固定子には、電気絶縁を確保するための絶縁性樹脂をコーティングをしてもよい。かかる樹脂は、含浸樹脂とも呼ばれる。かかる樹脂は、巻線の電気絶縁性を高めるため、あるいは固定子状のセグメント等を相互に固着して固定するために有効である。なお、樹脂のコーティングにあたっては、コイルエンド群内への通風性を損なわないように付与することが望ましい。ただし、樹脂によってコイルエンド間の隙間がいくぶん塞がれることがあってもよい。かかる構成にあっても、コイルエンド群において各セグメントの間に隙間が維持されることで、放熱に寄与する表面積を広く確保することができ高い冷却性を得ることができる。

【0133】以上に説明した実施例によると、コイルエ

ンドの干渉を抑制でき、固定子巻線の高占積率化が図れ、出力を向上する効果がある。更に、異なるスロットの内外層に位置する導体を直列に接続しているのでスロット内位置に起因する各相巻線の導体長さ、漏れインダクタンスは各相で均一化される。このためコイルを流れる電流が均一化され、各相の発熱量も同じとなるため、局所的な固定子巻線の発熱や起磁力アンバランスを防止でき、温度低減、低騒音化が図れる。また、隣接するスロットを直列接続する固定子巻線とすることで、スロットあたりの導体数を少なくしてコイルエンドでの導体間の隙間を確保しつつ車両用発電機に必要な低回転時の出力を得るためのターン数を得ることができる。特に、上述の実施例では、電気角が 30 度異なる 2 組の三相固定子巻線を構成しているから、電気磁気的な騒音を抑制する効果があるとともに、実質的には電氣的な位相が異なる 6 つの巻線の出力を合成しているので、整流後の直流電力に含まれるリップル成分が少なく、高品質の電力を供給できる。しかも、セグメントを用いて固定子巻線を構成し、スロット内においては深さ方向にのみ電気導体を積層して収容している。このため、一様な形状をもった複数のコイルエンドを一様に配列することができ、電氣的に位相が異なる複数の巻線を、コイルエンドにおいてはそれぞれ均等に外部に露出させ、冷却風に対して均等にさらすことができる。しかも、コイルエンドにおいては複数の導体セグメントが互いに離間しているので、放熱のための十分な表面積が確保される。さらには冷却風が横切って流れることで優れた放熱性が実現される。これらの作用により、複数の巻線毎の冷却性のばらつきをなくしながら、高い放熱性、冷却性を実現することができ、電気導体の断面積向上に伴う電気抵抗の低下と相まって、小型化、高出力化に適合可能な車両用交流発電機が提供される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は本発明の第一実施例の縦断面図である。

【図 2】図 2 は第一実施例の固定子の外観図である。

【図 3】図 3 は第一実施例の導体セグメント 33 の斜視図である。

【図 4】図 4 は第一実施例の固定子の部分的な断面図である。

【図 5】図 5 は第一実施例の固定子の両端面のコイルエンドを示す斜視図である。

【図 6】図 6 は固定子巻線の結線状態を示す展開図であって、1 番目から 48 番目のスロットを示している。

【図 7】図 7 は固定子巻線の結線状態を示す展開図であって、49 番目から 96 番目のスロットを示している。図 6 と図 7 は、V-V 線、V I-V I 線で環状に接続されて一連の固定子巻線を示している。

【図 8】図 8 は車両用交流発電機の回路図である。

【図 9】図 9 は車両用交流発電機の出力特性を示すグラフである。



【図 10】図 10 は第二実施例の固定子の部分的な外観図である。

【図 11】図 11 は第二実施例の導体セグメント 33 の斜視図である。

【図 12】図 12 は第二実施例の固定子の部分的な断面図である。

【図 13】図 13 は第三実施例の固定子のコイルエンドを示す斜視図である。

【図 14】図 14 は第三実施例の固定子の部分的な断面図である。

【図 15】図 15 は第四実施例の固定子巻線の結線状態を示す展開図である。

【図 16】図 16 は第四実施例の固定子巻線の結線状態を示す展開図である。図 15 と図 16 とは、V I I - V I I 線、V I I I - V I I I 線で環状に接続されて一連の固定子巻線を示している。

【図 17】図 17 は第四実施例の車両用交流発電機の回路図である。

【図 18】図 18 は、その他の実施例の縦断面図である。

【図 19】図 19 は、その他の実施例の縦断面図である。

【図 20】図 20 は他の実施例の固定子巻線の結線状態

を示す展開図である。

【図 21】図 21 は他の実施例の固定子巻線の結線状態を示す展開図である。図 20 と図 21 とは、I X - I X 線、X - X 線で環状に接続されて一連の固定子巻線を示している。

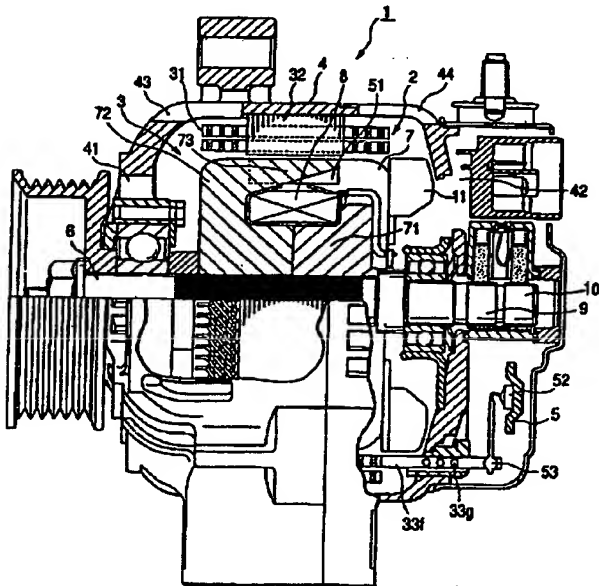
【図 22】図 22 は第一実施例の固定子巻線端を示す斜視図である。

【図 23】図 23 はその他の実施例の固定子巻線端を示す斜視図である。

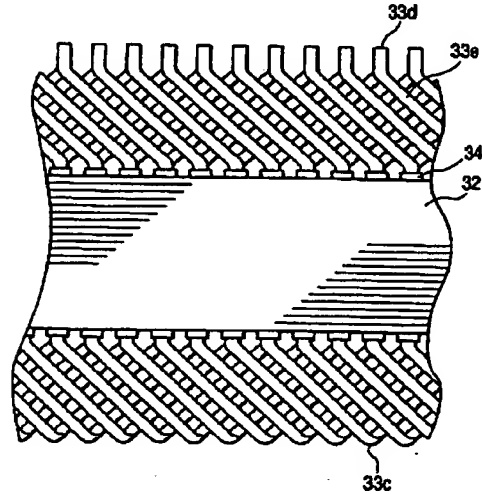
# 10 【符号の説明】

- 1 車両用交流発電機
- 2 固定子
- 3 回転子
- 31 コイルエンド
- 32 固定子鉄心
- 33 導体セグメント
- 34 インシュレータ
- 35 スロット
- 4 フレーム
- 5 整流器
- 6 シャフト
- 7 ボールコア
- 8 界磁コイル

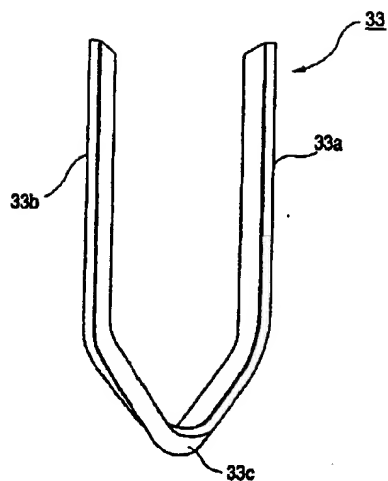
【図 1】



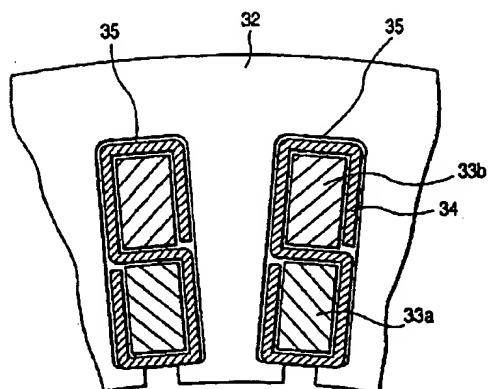
【図 2】



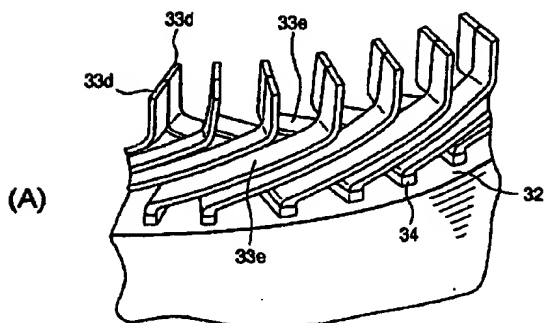
【図 3】



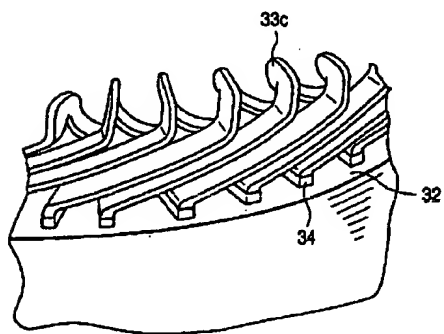
【図 4】



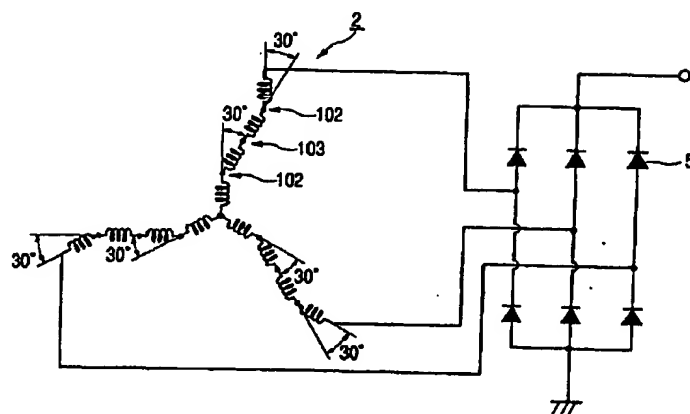
【図 5】



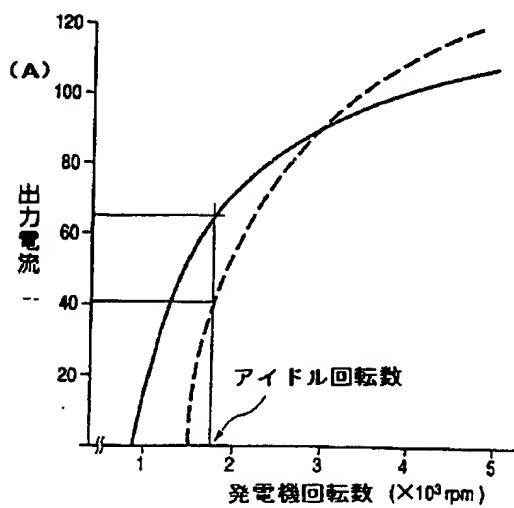
(B)



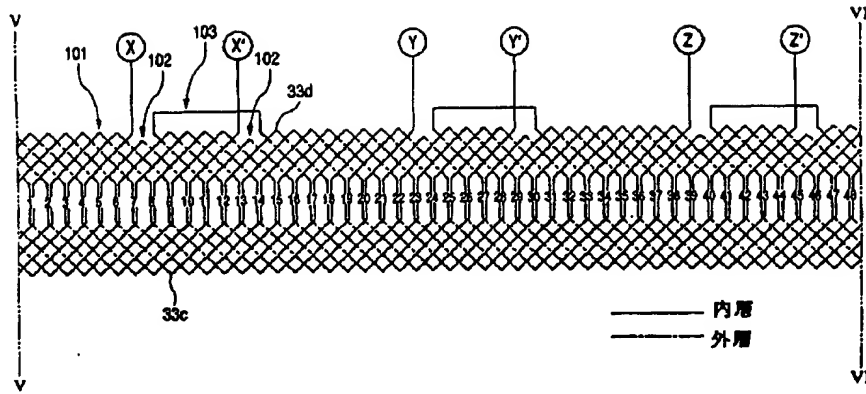
【図 8】



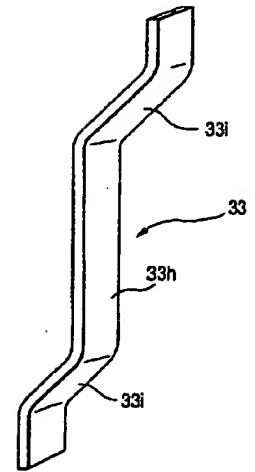
【図 9】



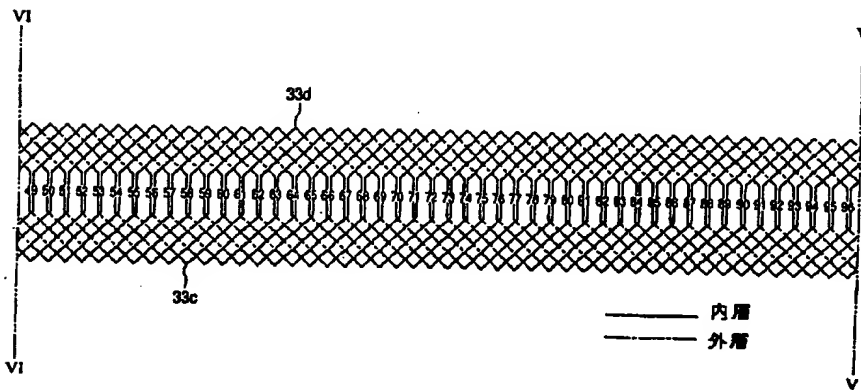
【図 6】



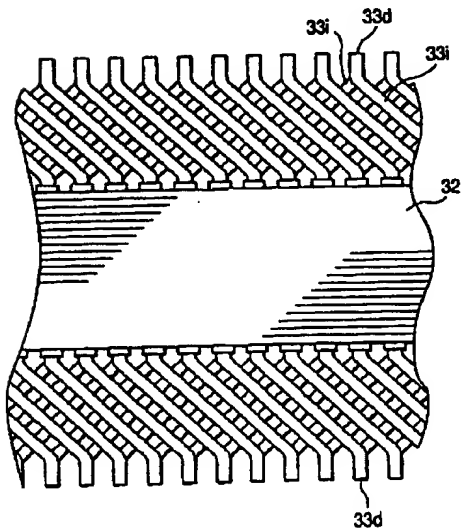
【図 1 1】



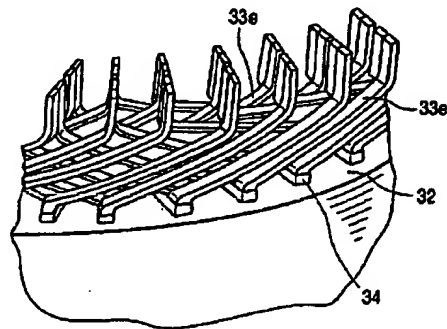
【図 7】



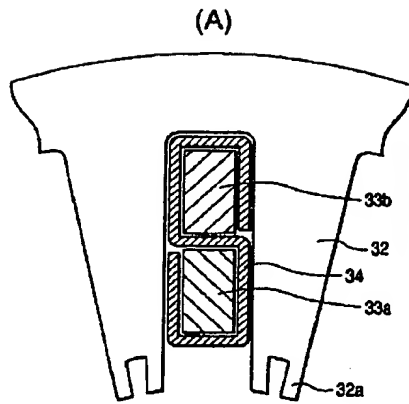
【図 1 0】



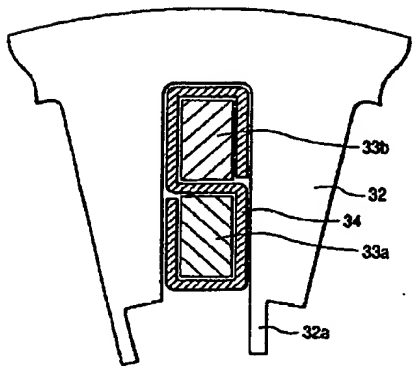
【図 1 3】



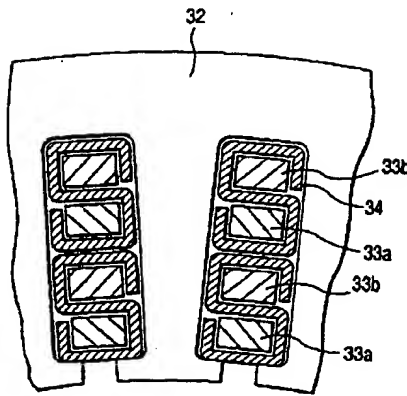
【図 12】



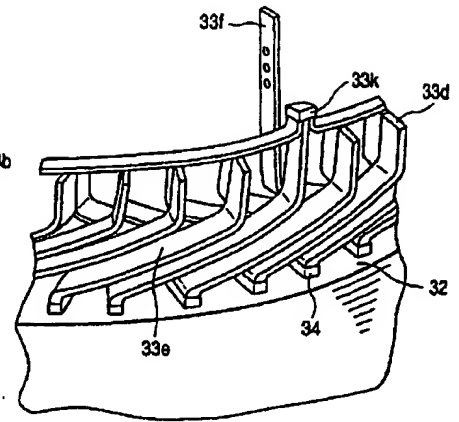
(B)



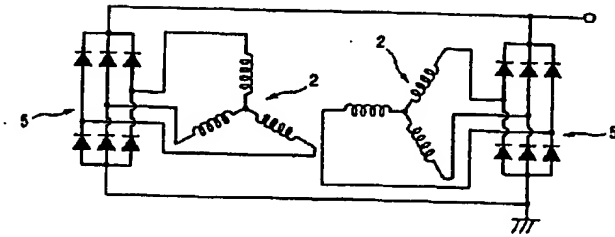
【図 14】



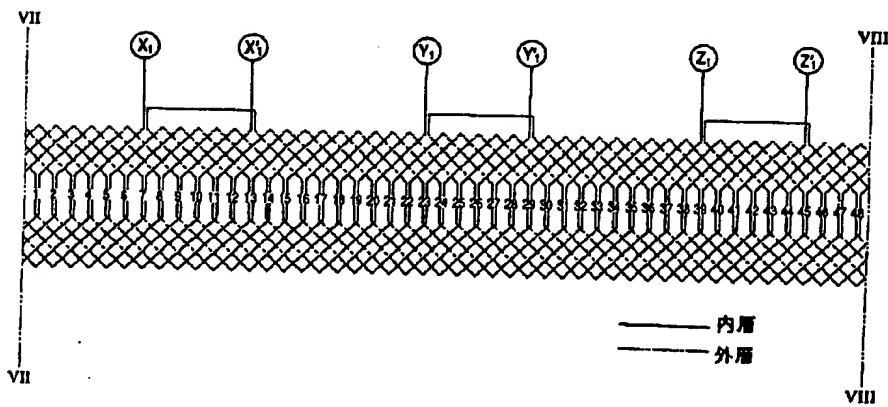
【図 22】



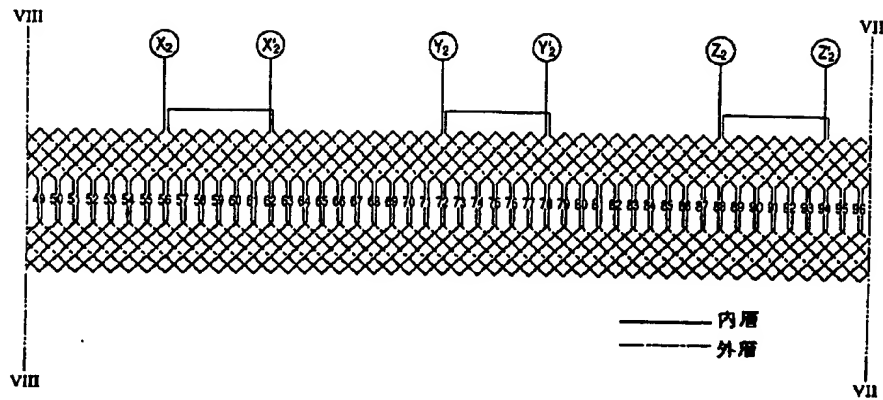
【図 17】



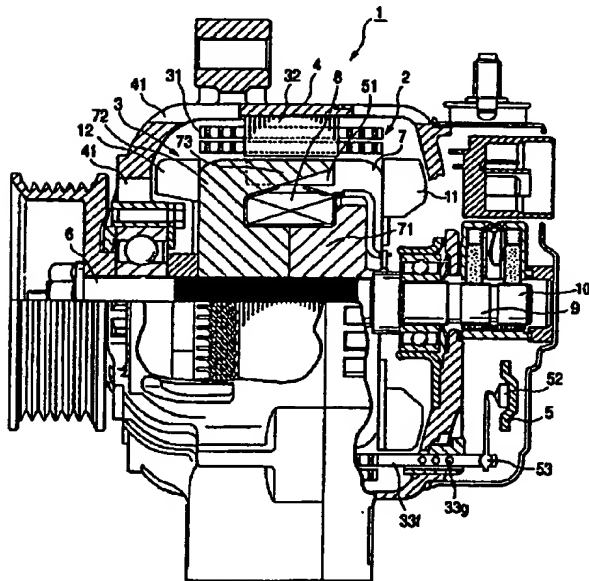
【図 15】



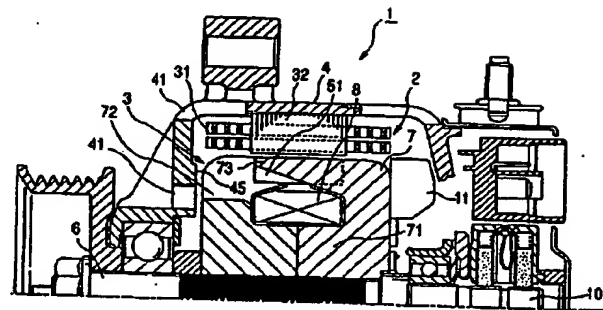
【図 1 6】



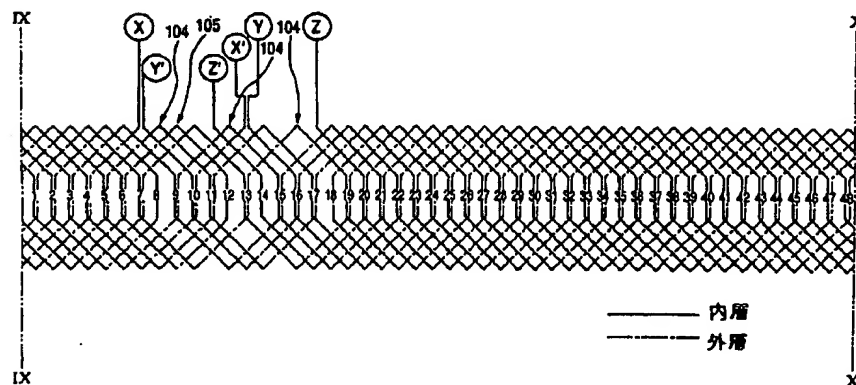
【図 1 8】



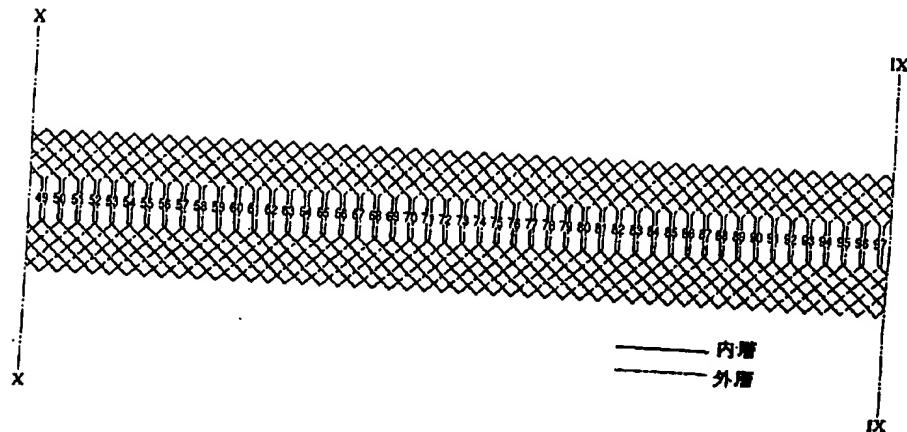
【図 1 9】



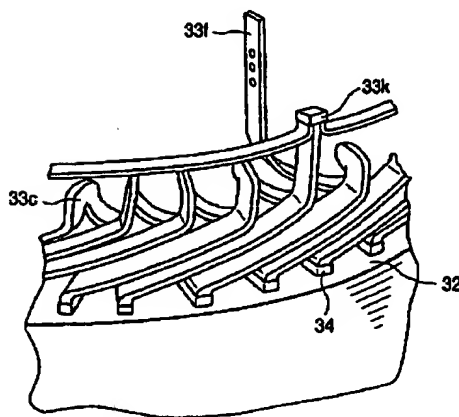
【図 2 0】



【図 2 1】



【図 2 3】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 1 1 年 2 月 2 3 日

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転周方向に沿って交互に N S 極を形成する界磁回転子と、該回転子と対向配置された固定子鉄心、及びこの固定子鉄心に装備された多相固定子巻線を備える固定子と、前記回転子と固定子とを支持するフレームとを有する車両用交流発電機において、前記界磁回転子は、前記 N 極および前記 S 極を提供する複数の爪状磁極を有するランデル型鉄心を備え、前記固定子鉄心は、積層板を貫いて延びる複数のスロットが形成された積層鉄心を備え、

前記多相固定子巻線は、複数の導体セグメントを備え、これら複数の導体セグメントは、

前記スロット内においては、前記スロットの深さ方向に関して内層および外層として一対以上の対をなして配列され、前記スロット内に互いに絶縁して収納されており、

前記スロット外においては、前記固定子鉄心の端面側に延び出して配置されており、前記回転子の N S 磁極ピッチに対応して離間したスロット内の異なる層を直列接続する接続パターンによってコイルエンドを形成しており、その結果前記固定子鉄心の端面側には前記接続パターンを主として繰り返すコイルエンド群が形成されており、

さらに、前記コイルエンドにおける複数の前記導体セグメントは、前記フレーム内における冷却風の通風方向と交差して延びるよう配置され、しかも互いに離間して配

列されて、前記コイルエンドにおける複数の前記導体セグメントを横切って冷却風が流れる構成が提供され、前記複数のスロットは、前記界磁回転子の磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットを 1 相分のスロット群として、多相分のスロット群よりなる第 1 スロット組と、さらに前記第 1 スロット組から所定の電気角度ずれた第 2 スロット組とを含んでおり、前記多相固定子巻線は、前記第 1 スロット組に含まれる前記スロット群に収容された複数の前記導体セグメントによって第 1 巻線が形成され、前記第 2 スロット組に含まれる前記スロット群に収容された複数の前記導体セグメントによって第 2 巻線が形成され、前記第 1 スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第 1 巻線の出力と、前記第 2 スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第 2 巻線の出力とを合成して出力することを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 2】 請求項 1 記載の車両用交流発電機において、

前記多相固定子巻線の出力としての巻線端を有し、前記固定子および前記回転子は、前記回転子を駆動するエンジンの回転数がアイドリング回転数の領域内にあるときに、前記巻線端に 15 (V) 以上の電圧を出力するように設定されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載の車両用交流発電機において、

前記第 1 巻線と前記第 2 巻線とが直列に配置されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 4】 請求項 3 記載の車両用交流発電機において、

前記回転子の NS 磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットからなる第 1 のスロット群と、

前記第 1 のスロット群に隣接して配置された第 2 のスロット群とを有し、

前記第 1 巻線は前記第 1 のスロット群に収容された前記導体セグメントを直列接続して構成され、

前記第 2 巻線は前記第 2 のスロット群に収容された前記導体セグメントを直列接続して構成されることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 5】 請求項 1 または 2 記載の車両用交流発電機において、

前記スロットは電気角で略  $30^\circ$  の間隔で配列され、

それら複数のスロットに収納された前記導体セグメントのうち、互に磁極ピッチだけ離間した関係にある第 1 のスロット群の各スロットに収納された前記導体セグメント同士が互いに直列に電気接続されて前記第 1 巻線としての第 1 の直列導体群をなすとともに、

前記第 1 のスロット群に対し隣接関係にある第 2 のスロット群の各スロットに収納された前記導体セグメント同士が互いに直列に電気接続されて前記第 2 巻線としての

第 2 の直列導体群をなし、これら第 1 の直列導体群と第 2 の直列導体群とが直列となって三相巻線をなし、その巻線端が整流器に接続されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 6】 請求項 1 または 2 記載の車両用交流発電機において、

前記第 1 巻線の交流出力を整流して出力する第 1 整流器と、前記第 2 巻線の交流出力を整流して出力する第 2 整流器とを備え、前記第 1 整流器の整流出力と前記第 2 整流器の整流出力とが合成して出力されることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の車両用交流発電機において、

前記回転子の NS 磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットからなる第 1 のスロット群と、

前記第 1 のスロット群に隣接して配置された第 2 のスロット群とを有し、

前記第 1 巻線は前記第 1 のスロット群に収容された前記導体セグメントを直列接続して構成され、

前記第 2 巻線は前記第 2 のスロット群に収容された前記導体セグメントを直列接続して構成されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 8】 請求項 1 または 2 記載の車両用交流発電機において、

2 組の整流器を備え、

前記スロットは電気角で略  $30^\circ$  の間隔で配列され、それら複数のスロットに収納された前記導体セグメントのうち、互に磁極ピッチだけ離間した関係にある第 1 のスロット群の各スロットに収納された前記導体セグメント同士が互いに直列に電気接続されて前記第 1 巻線としての第 1 の直列導体群をなすとともに、

前記第 1 のスロット群に対し隣接関係にある第 2 のスロット群の各スロットに収納された前記導体セグメント同士が互いに直列に電気接続されて前記第 2 巻線としての第 2 の直列導体群をなし、さらにこれら第 1 の直列導体群と第 2 の直列導体群とが独立して三相巻線をなし、それぞれの三相巻線の巻線端がそれぞれの前記整流器に接続されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 9】 請求項 1 から 8 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

前記ランデル型鉄心の爪状磁極の外径を  $L_1$  とし、回転軸方向の長さを  $L_2$  とし、これらの比率が、 $L_1/L_2 \geq 1.5$  とされていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 10】 請求項 1 から 9 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

一の前記スロット内に収容される複数の前記導体セグメントは、前記スロットの深さ方向にのみ配列されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 11】 請求項 1 から 10 のいずれかに記載の



車両用交流発電機において、  
前記スロット内において電氣的に絶縁されたすべての前記導体セグメントは、前記固定子鉄心の端部に形成されたコイルエンドにおいて空間的に離間して配置されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 1 2】 請求項 1 から 1 1 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、  
前記スロットの両側に位置する鉄心歯先部の少なくとも一部を塑性変形させて、前記スロットの内周側の開口の巾を前記スロット内の内壁間距離より狭く形成してなることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 1 3】 請求項 1 から 1 2 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、  
前記導体セグメントは、前記スロット内における断面形状が前記スロット形状に沿った略矩形状であることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 1 4】 請求項 1 から 1 3 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、  
複数の前記導体セグメントは、裸の金属部材よりなり、前記スロット内において複数の前記導体セグメントの相互間と、前記複数の導体セグメントと前記スロットの内壁面との間とに介装されて電氣的な絶縁を提供する電気絶縁部材を備え、  
複数の前記導体セグメントは、前記スロット外においては、互いに空間的に離間して配置されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 1 5】 請求項 1 から 1 4 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、  
前記固定子鉄心と前記スロットに収納された前記導体セグメントとからなる前記固定子の軸方向全長が、前記界磁回転子の軸方向全長と同等以下であることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 1 6】 請求項 1 から 1 5 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、  
前記導体セグメントの前記スロット外に位置する部分の少なくとも一部が略扁平形状であることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 1 7】 請求項 1 から 1 6 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、  
前記界磁回転子の磁極間には磁石を介在し、界磁磁束に磁石磁束を加え前記固定子に向かわせることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 1 8】 請求項 1 から 1 7 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、  
前記コイルエンドにおける複数の前記導体セグメントは、それらの表面の殆ど全体が前記冷却風にさらされていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 1 9】 請求項 1 から 1 8 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、  
前記コイルエンド群が、前記固定子鉄心の両端にそれぞれ

形成されており、

前記フレーム内にはそれぞれの前記コイルエンド群に対応して 2 つの冷却風の通風経路が形成されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 2 0】 請求項 1 から 1 9 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、  
さらに、前記フレーム内における冷却風を生じさせる送風手段を備えることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 2 1】 請求項 1 9 または 2 0 に記載の車両用交流発電機において、  
前記コイルエンド群に対応して、前記フレームには前記コイルエンドにおける複数の前記導体セグメントを横切って流れる冷却風の通風孔が形成されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 2 2】 請求項 2 0 に記載の車両用交流発電機において、  
前記送風手段は、前記界磁回転子の軸方向端部に設けられており、前記界磁回転子の回転により遠心方向外側に向けて送風し、前記コイルエンドにおける複数の前記導体セグメントを横切って流れる冷却風を生じさせる送風手段を備えることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 2 3】 請求項 2 2 に記載の車両用交流発電機において、  
前記送風手段は、前記界磁回転子の軸方向の両端部に設けられていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 2 4】 請求項 2 3 に記載の車両用交流発電機において、  
前記送風手段は、複数のブレードを有する送風ファンを備えることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 2 5】 請求項 2 3 に記載の車両用交流発電機において、  
前記送風手段は、前記複数の爪状磁極に対応して形成された前記ランデル型鉄心の形状により提供されることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 2 6】 請求項 2 5 に記載の車両用交流発電機において、  
前記ランデル型鉄心の軸方向端部と、前記フレームの内壁面とを近接して対向させて配置してなることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 2 7】 請求項 2 2 から 2 6 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、  
前記フレームには、前記界磁回転子を駆動するブリーの装着端に面して前記送風手段のための吸気口が形成され、前記吸気口の最外径は、そこに装着されるべきブリーの最外径より小さいことを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 2 8】 請求項 1 から 2 7 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、  
前記コイルエンドは、第 1 スロット内に所定の層として配置された第 1 電気導体と、前記第 1 スロットから、前

記界磁回転子のNS極の磁極ピッチに対応して離間する第2スロット内に前記第1電気導体とは異なる層として配置された第2電気導体とを直列接続する接続パターンによって形成されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項29】 請求項28記載の車両用交流発電機において、

前記コイルエンドは、前記第1スロットから延び出す前記第1電気導体の端部と、前記第2スロットから延び出す前記第2電気導体の端部とを接合して構成されており、

前記第1電気導体と前記第2電気導体とは、別体の前記導体セグメントにより提供されており、一方の電気導体の端部が、前記磁極ピッチの半分の距離を少なくとも周回する角度と長さを持っていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項30】 請求項29記載の車両用交流発電機において、

前記導体セグメントは、2本の前記電気導体を前記固定子鉄心の一方の端部でターン部により連続的に接続してなるU字状のセグメントであり、

前記第1の電気導体の端部としての第1のU字状セグメントの端部と、前記第2の電気導体の端部としての第2のU字状セグメントの端部との接合を、前記接続パターンとして前記コイルエンドが形成されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項31】 請求項29記載の車両用交流発電機において、

前記導体セグメントは、スロットの両側から突出する2つの端部をもったセグメントであり、

前記固定子鉄心の一方の端部において、前記第1電気導体の端部としての第1セグメントの一方の端部と、前記第2電気導体の端部としての第2セグメントの一方の端部との接合を、前記接続パターンとして一方のコイルエンドが形成され、

前記固定子鉄心の他方の端部において、前記第1電気導体の端部としての第1セグメントの他方の端部と、他の前記第2電気導体の端部としての第3セグメントの他方の端部との接合を、前記接続パターンとして他方のコイルエンドが形成されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項32】 請求項31記載の車両用交流発電機において、

前記導体セグメントの両方の端部の周回長さの合計が、前記磁極ピッチに対応していることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項33】 請求項31記載の車両用交流発電機において、

前記スロットの両側に位置する鉄心歯先部の少なくとも一部を塑性変形させて、前記スロットの内周側の開口の

巾を前記スロット内の内壁間距離より狭く形成してなることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項34】 請求項1から33のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

整流素子を備え、前記導体セグメントの一部が前記整流素子の電極に直接に接続されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項35】 請求項34に記載の車両用交流発電機において、

前記整流素子の電極に接続される前記導体セグメントは、前記固定子と前記整流素子電極との間において変形しやすい部分を有することを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項36】 請求項30記載の車両用交流発電機において、

前記U字状セグメントのターン部側に配置され、前記多相固定子巻線の巻線端と接続される整流器を備えることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項37】 請求項30記載の車両用交流発電機において、

前記U字状セグメントのターン部とは反対側に配置され、前記多相固定子巻線の巻線端と接続される整流器を備えることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項38】 請求項1から37のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

前記固定子は、相互に短絡して中性点となす引き出し配線を有することを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項39】 請求項1から38のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

前記スロット内においては、前記内層と外層の前記導体セグメントは一对であることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項40】 請求項1から38のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

前記スロット内においては、前記内層と外層の前記導体セグメントは二対以上であることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項41】 請求項40に記載の車両用交流発電機において、

ひとつの前記スロット内に収容される複数の前記導体セグメントは、前記スロットの深さ方向にのみ配列されており、

複数の前記導体セグメントは、前記コイルエンド群において互いに他の前記導体セグメントと接合されて複数の接合部を形成しており、

複数の前記接合部は、多重の環状に配列されており、前記コイルエンド群内において周方向並びに径方向に関して互いに離間して配置されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項42】 回転周方向に交互にNS極を形成する

界磁回転子と、該回転子の外周に対向配置した固定子と、前記回転子と固定子とを支持するフレームと、前記固定子より導いた交流電力を直流電力に整流する整流器とを有する車両用交流発電機において、

前記固定子は、複数のスロットを形成した積層固定子鉄心と、該スロットに収納された複数の電気導体とを有し、

前記電気導体は複数のセグメントを含み、前記セグメントは、それぞれが前記回転子の NS 磁極ピッチに対応して離間したスロット内に収容される 2 本の直線部を有する略 U 字状セグメントであって、

複数の前記 U 字状セグメントのターン部は、コイルエンドとして前記固定子鉄心の一方の端面側から軸方向に突出して配置され、しかも互いに離間して配列されて第 1 コイルエンド群を形成し、

前記複数のスロットは、前記界磁回転子の磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットを 1 相分のスロット群として、多相分のスロット群よりなる第 1 スロット組と、さらに前記第 1 スロット組から所定の電気角度ずれた第 2 スロット組とを含んでおり、

前記第 1 スロット組に含まれる前記スロット群に収容された複数の前記セグメントによって第 1 巻線が形成され、前記第 2 スロット組に含まれる前記スロット群に収容された複数の前記セグメントによって第 2 巻線が形成され、前記第 1 スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第 1 巻線の出力と、前記第 2 スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第 2 巻線の出力とを合成するように結線されており、

複数の前記 U 字状セグメントの端部は、他方の端面側から軸方向に突出して配置され、巻線のコイルエンドを形成するように所定の接続パターンで接合され、しかもこれらコイルエンドが互いに離間するように配列されて第 2 コイルエンド群を形成し、

前記界磁回転子は、前記 N 極および前記 S 極を提供する複数の爪状磁極を有するランデル型鉄心を備え、さらに前記界磁回転子は、前記界磁回転子の軸方向の両側において、前記第 1 コイルエンド群を横切って径方向に空気が流れる通風路と、前記第 2 コイルエンド群を横切って径方向に空気が流れる通風路とを提供していることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 4 3】 請求項 4 2 記載の車両用交流発電機において、

前記界磁回転子は、その軸方向の端部に、前記コイルエンド群に向けて送風する送風手段を備えることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 4 4】 請求項 4 3 記載の車両用交流発電機において、

前記フレームには、前記第 1 コイルエンド群の外周側と、前記第 2 コイルエンド群の外周側との両方に前記通

風路の出口としての通風口が開設されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 4 5】 請求項 4 2 から 4 4 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

前記 U 字状セグメントは、断面形状が長方形の電気導体により構成されており、前記コイルエンドにおいては、その断面の長手方向を径方向に配列して配置されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 4 6】 請求項 4 2 から 4 5 のいずれかに記載の車両用交流発電機において、

ひとつの前記スロット内には、内層と外層とを一对とする複数対の前記直線部が、前記スロットの深さ方向にのみ配列されて収容されており、

前記 U 字状セグメントの端部を接合してなる複数の接合部は、

前記第 2 コイルエンド群内において多重の環状に配列されており、

複数の接合部は周方向並びに径方向に関して互いに離間して配置されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 4 7】 回転周方向に沿って交互に NS 極を形成する界磁回転子と、該回転子と対向配置された固定子鉄心、及びこの固定子鉄心に装備された多相固定子巻線を備える固定子と、前記回転子と前記固定子とを支持するフレームとを有する車両用交流発電機において、前記固定子鉄心には、前記多相固定子巻線を収容する複数のスロットが形成されており、

これら複数のスロットは、前記界磁回転子の磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットを 1 相分のスロット群として、多相分のスロット群よりなる第 1 スロット組と、さらに前記第 1 スロット組から所定の電気角度ずれた第 2 スロット組とを含んでおり、

前記多相固定子巻線は、複数の導体セグメントを接合して構成されており、

これら複数の導体セグメントは、前記スロット内においては、前記スロットの深さ方向に関して内層および外層として一对以上の対をなして配列され、前記スロット内に互いに絶縁して収納されており、前記スロット外においては、前記固定子鉄心の端面側に延び出して配置されて、前記界磁回転子の磁極ピッチに対応して離間したスロット内の異なる層を直列接続する複数のコイルエンドをなしており、

前記多相固定子巻線は、前記第 1 スロット組に含まれる前記スロット群に収容された複数の前記導体セグメントによって第 1 巻線が形成され、前記第 2 スロット組に含まれる前記スロット群に収容された複数の前記導体セグメントによって第 2 巻線が形成され、前記第 1 スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第 1 巻線の出力と、前記第 2 スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第 2 巻線

の出力とを合成するように結線されており、さらに、前記コイルエンドによって、すべての前記スロット群の巻線毎に、実質的に等しい放熱に寄与する表面積を有していることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 4 8】 請求項 4 7 記載の車両用交流発電機において、

さらに、前記コイルエンドにおける複数の前記導体セグメントは、前記フレーム内における冷却風の通風方向と交差して延びるよう配置され、前記コイルエンドにおける複数の前記導体セグメントを横切って冷却風が流れる構成が提供されることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 4 9】 請求項 4 7 または 4 8 に記載の車両用交流発電機において、

ひとつの前記スロット内には複数対の前記導体セグメントが、前記スロットの深さ方向にのみ配列されて収容されており、

複数の前記導体セグメントは、前記コイルエンド群において互いに他の前記導体セグメントと接合されて複数の接合部を形成しており、

複数の前記接合部は、多重の環状に配列されており、前記コイルエンド群内において周方向並びに径方向に関して互いに離間して配置されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 0

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 2 0】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、回転周方向に沿って交互に N S 極を形成する界磁回転子と、該回転子と対向配置された固定子鉄心、及びこの固定子鉄心に装備された多相固定子巻線を備える固定子と、前記回転子と固定子とを支持するフレームとを有する車両用交流発電機において、前記界磁回転子は、前記 N 極および前記 S 極を提供する複数の爪状磁極を有するランデル型鉄心を備え、前記固定子鉄心は、積層板を貫いて延びる複数のスロットが形成された積層鉄心を備え、前記多相固定子巻線は、複数の導体セグメントを備え、これら複数の導体セグメントは、前記スロット内においては、前記スロットの深さ方向に関して内層および外層として一対以上の対をなして配列され、前記スロット内に互いに絶縁して収納されており、前記スロット外においては、前記固定子鉄心の端面側に延び出して配置されており、前記回転子の N S 磁極ピッチに対応して離間したスロット内の異なる層を直列接続する接続パターンによってコイルエンドを形成しており、その結果前記固定子鉄心の端面側には前記接続パターンを主として繰り返すコイルエンド群が形成されており、さらに、前記コイルエンドにおける複数の前記導体セグメントは、前

記フレーム内における冷却風の通風方向と交差して延びるよう配置され、しかも互いに離間して配列されて、前記コイルエンドにおける複数の前記導体セグメントを横切って冷却風が流れる構成が提供され、前記複数のスロットは、前記界磁回転子の磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットを 1 相分のスロット群として、多相分のスロット群よりなる第 1 スロット組と、さらに前記第 1 スロット組から所定の電気角度ずれた第 2 スロット組とを含んでおり、前記多相固定子巻線は、前記第 1 スロット組に含まれる前記スロット群に収容された複数の前記導体セグメントによって第 1 巻線が形成され、前記第 2 スロット組に含まれる前記スロット群に収容された複数の前記導体セグメントによって第 2 巻線が形成され、前記第 1 スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第 1 巻線の出力と、前記第 2 スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第 2 巻線の出力とを合成して出力することを特徴とするという技術的手段を採用する。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 1

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 2 1】このように、前記回転子の N S 磁極ピッチに対応して離間した異なるスロット内に異なる層として配置された 2 つの前記導体セグメントを直列接続する接続パターンを採用することで、一のスロット内の所定の層をなす導体セグメントと、他のスロット内の上記所定層とは異なる層をなす導体セグメントとが直列接続される。これにより、各相のコイルエンドの干渉を抑止でき、固定子巻線の高占積化を図ることができるので、出力を向上する効果がある。また、コイルエンド内を冷却風が横切ることで、従来の固定子巻線のコイルエンドに対して格段に有効表面積が増し、この部分の導体セグメントの冷却を飛躍的に向上させることができ、高出力化が可能となる。また、導体セグメントのスロット内の位置に起因する各相の固定子巻線の導体長さ、漏れインダクタンスは均一化されるので、固定子巻線に流れる電流が均一化され、各相の発熱量も同じとなる。よって、局部的な固定子巻線の発熱や起磁力アンバランスを防止でき、温度低減、低騒音化を図ることができる。更に、コイルエンドに凹凸が無く、一様な繰り返し紋様が形成されること、及びコイルエンド内を冷却風が横切ることで、冷却風との間で生ずる騒音も低減できる。また、ランデル型回転子との組合せであるので、鉄心（以下ポールコアと称す）の成形形状を変えるのみで極数の変更、多極化が容易である。また、爪状磁極の耐遠心剛性もあり、加えて界磁コイルをポールコア内中央部のボス部に確実に装着できるから回転子の耐遠心性が確保でき、エンジン回転数の 2 ～ 3 倍の回転比で運転できることになる。

## 【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 3

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 2 3】また、前記複数のスロットは、前記界磁回転子の磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットを 1 相分のスロット群として、多相分のスロット群よりなる第 1 スロット組と、さらに前記第 1 スロット組から所定の電気角度ずれた第 2 スロット組とを含んでおり、前記多相固定子巻線は、前記第 1 スロット組に含まれる前記スロット群に収容された複数の前記導体セグメントによって第 1 巻線が形成され、前記第 2 スロット組に含まれる前記スロット群に収容された複数の前記導体セグメントによって第 2 巻線が形成され、前記第 1 スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第 1 巻線の出力と、前記第 2 スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第 2 巻線の出力とが合成して出力される。なお、同一の出力相の巻線とは電気的な位相が等しい起電力が表れる巻線をいう。このように、同一スロット内に配置されて同相起電力が誘起される導体セグメントを直列接続することで、高い出力を確保できる。さらに、前記第 1 スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第 1 巻線の出力と、前記第 2 スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第 2 巻線の出力との合成値としての出力であるから、第 1 巻線と第 2 巻線の各々の出力が比較的小さい場合でも、高い出力を確保できる。例えば、第 1 巻線と第 2 巻線とを直接に直列あるいは並列に接続してそれらの出力を合成する構成や、第 1 巻線と第 2 巻線との出力を別々に整流した後、直列あるいは並列に接続してそれらの出力を合成する構成をとることができる。

## 【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 6

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 2 6】なお、かかる巻線構造は、前記回転子の NS 磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットからなる第 1 のスロット群と、前記第 1 のスロット群に隣接して配置された第 2 のスロット群とを有し、前記第 1 のスロット群に収容された前記導体セグメントを直列接続して前記第 1 の巻線を構成し、前記第 2 のスロット群に収容された前記導体セグメントを直列接続して前記第 2 の巻線を構成して実現することができる。

## 【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 7

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 2 7】また、前記スロットは電気角で略  $30^\circ$  の間隔で配列され、それら複数のスロットに収納された前記導体セグメントのうち、互に磁極ピッチだけ離間した関係にある第 1 のスロット群の各スロットに収納された前記導体セグメント同士が互いに直列に電気接続されて前記第 1 巻線としての第 1 の直列導体群をなすとともに、前記第 1 のスロット群に対し隣接関係にある第 2 のスロット群の各スロットに収納された前記導体セグメント同士が互いに直列に電気接続されて前記第 2 巻線としての第 2 の直列導体群をなし、これら第 1 の直列導体群と第 2 の直列導体群とが直列となって三相巻線をなし、その巻線端が整流器に接続されるという構成を採用してもよい。

## 【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 9

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 2 9】また、前記第 1 巻線の交流出力を整流して出力する第 1 整流器と、前記第 2 巻線の交流出力を整流して出力する第 2 整流器とを備え、前記第 1 整流器の整流出力と前記第 2 整流器の整流出力とが合成して出力されるという構成を採用してもよい。

## 【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 0

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 3 0】かかる構成によっても、第 1 巻線のみあるいは第 2 巻線のみでの出力の低さを補うことができる。なお、かかる巻線構造は、前記回転子の NS 磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットからなる第 1 のスロット群と、前記第 1 のスロット群に隣接して配置された第 2 のスロット群とを有し、前記第 1 のスロット群に収容された前記導体セグメントを直列接続して前記第 1 の巻線を構成し、前記第 2 のスロット群に収容された前記導体セグメントを直列接続して前記第 2 の巻線を構成することにより実現することができる。

## 【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 1

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 3 1】また、2 組の整流器を備え、前記スロットは電気角で略  $30^\circ$  の間隔で配列され、それら複数のスロットに収納された導体セグメントのうち、互に磁極ピッチだけ離間した関係にある第 1 のスロット群の各スロットに収納された導体セグメント同士が互いに直列に電気接続されて第 1 の直列導体群をなすとともに、前記第

1スロット群に対し隣接関係にある第2スロット群の各スロットに収納された導体セグメント同士が互いに直列に電気接続されて第2の直列導体群をなし、さらにこれら第1の直列導体群と第2の直列導体群とが独立して三相巻線をなし、それぞれの三相巻線の出力がそれぞれの前記整流器に接続されるという構成を採用してもよい。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正内容】

【0034】また、ひとつの前記スロット内に收容される複数の前記導体セグメントは、前記スロットの深さ方向にのみ配列されている構成を採用することが望ましい。かかる構成によると、スロットの外において、導体セグメントのすべてを固定子の径方向に関して離間させることができるので、コイルエンド群内において複数のコイルエンドが互いに密着することを防止でき、コイルエンド群内への通風を容易にして冷却性を高め、冷却風とコイルエンドとの干渉による騒音の低減を図ることができる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正内容】

【0035】また、前記スロット内において電氣的に絶縁されたすべての導体セグメントは、前記固定子鉄心の端部に形成されたコイルエンドにおいて空間的に離間して配置されていることが望ましい。かかる構成によると、すべての導体セグメントは、コイルエンドにおいて良好に冷却され、導体セグメントの間での冷却性のばらつきがなく、均等な冷却を得ることができる。また、前記スロットの両側に位置する鉄心歯先部の少なくとも一部を塑性変形させて、前記スロットの内周側の開口の巾を前記スロット内の内壁間距離より狭く形成してなるという構成を採用してもよい。かかる構成によると、鉄心歯先部の塑性変形の時にスロット内の導体セグメントを更に径方向内周側からスロット奥に押し込むので、より高占積率化を達成できる。更に、固定子鉄心の歯部が十分固定できるため、鉄心の剛性が上がりステータ鉄心の振動を抑制することができるので、磁気騒音を低減できる。また入口部を内壁間距離より狭くすることによりウエッジ等係止部材を廃止できるので、コスト低減が可能である。更に歯先部を塑性加工させることにより加工硬化するため、剛性の高い導体セグメントを使っても径方向内側に飛び出すことがない。なお、かかる構成は、スロット内の断面形状にかかわらず採用することができる。ただし、スロットの断面形状を、深さ方向に関して巾が一定な平行スロットとすることが望ましい。これ

により、内層導体と外層導体との形状を同じにしてもスロット内の隙間が不均一にあくことなく、高占積率化が可能である。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正内容】

【0036】また、前記導体セグメントは、前記スロット内における断面形状が前記スロット形状に沿った略矩形状であるという構成を採用することが望ましい。かかる構成によると、スロット内における導体セグメントの占積率を高めることが容易になる。また、スロット形状に沿った略矩形状であるため、導体セグメントから固定子鉄心への伝熱を向上できる効果もある。なお、略矩形状としては、スロット内の形状に沿った断面形状であることが重要であり、正方形、長方形といった形状の他、4辺の平面と丸い角とで構成された形状、長方形の短辺を円形とした長円形などを用いることができる。なお、正方形、長方形を用いることで、スロット内における占積率を向上することができる。また、断面積の小さい導体セグメントにあつては、長円形を用いてもよい。かかる断面形状の導体セグメントは、円形断面の電氣導体を、プレスして形成することができる。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

【補正方法】変更

【補正内容】

【0037】また、複数の前記導体セグメントは、裸の金属部材よりなり、前記スロット内において複数の前記導体セグメントの相互間と、前記複数の導体セグメントと前記スロットの内壁面との間とに介装されて電氣的な絶縁を提供する電氣絶縁部材を備え、複数の前記導体セグメントは、前記スロット外においては、互いに空間的に離間して配置されているという構成を採用してもよい。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正内容】

【0038】これによれば、導体セグメントの絶縁皮膜を廃止でき、素材費を大幅に低減できる。更に絶縁皮膜の破損に配慮することなく、導体セグメントをプレス加工できるなど生産工程が大幅に簡略化でき、低コスト化を図ることができる。また、従来耐熱温度が最も低かった絶縁皮膜の廃止により、固定子巻線の耐熱温度を上げることができるので、発熱に対する信頼性が向上する効果もある。また、前記固定子鉄心と該スロットに収納さ

れた導体セグメントとからなる固定子の軸方向全長が、前記界磁回転子の軸方向全長と同等以下である構成を採用してもよい。かかる構成によると、回転子に対して軸方向に短い固定子が配置されるため、これらの配置を卵形にすることができる。このため、フレームを含めて卵形の発電機外殻を提供でき、搭載スペースの狭小化に対応できると共に、機械的強度の向上による磁気騒音の低減を図ることができる。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 9

【補正方法】削除

【手続補正 1 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 0

【補正方法】削除

【手続補正 1 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 1

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 4 1】また、前記導体セグメントのスロット外に位置する部分の少なくとも一部が略扁平形状である構成を採用してもよい。かかる構成によると、コイルエンド部における導体セグメントからの放熱面積を大きくすることができる。さらに、複数のコイルエンドのそれぞれに扁平形状を採用し、それらを径方向と平行に配置することで、コイルエンド間の隙間を確保でき、さらには径方向への通風抵抗を低減できる。なお、導体セグメントは部分的に扁平形状に成形する他、スロット外においてはその全体を扁平形状としてもよい。さらには、スロット内も含めて全体を扁平な断面形状をもって形成してもよい。なお、扁平形状としては、長方形断面、長楕円断面などを採用することができる。

【手続補正 1 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 3

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 4 3】また、前記コイルエンドにおける複数の前記導体セグメントは、それらの表面の殆ど全体が前記冷却風にさらされている構成を採用することが望ましい。かかる構成によると、高い冷却性を、すべての導体セグメントに対して均等に発揮させることができる。なお、かかる構成は、導体セグメントをスロット内において径方向にのみ配列した構成、あるいは導体セグメントを裸線としてそれらを空間的に離間させて絶縁した構成、あるいはスロット外においても矩形的導体セグメントを採用した構成との組合せの下で、比較的簡単に実現できるという製造上の利点と、より高い冷却性を実現できると

いう利点とを発揮する。

【手続補正 1 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 4

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 4 4】また、前記コイルエンド群が、前記固定子鉄心の両端にそれぞれ形成されており、前記フレーム内にはそれぞれの前記コイルエンド群に対応して2つの冷却風の通風経路が形成されているという構成を採用することが望ましい。かかる構成によると、2つのコイルエンド群がそれぞれの通風経路によって確実に冷却される。しかも、その冷却は、コイルエンド群内の電気導体が、そこを横切る冷却風によって冷却されるため、熱に起因する損失上、効率上の問題点を低減し、さらには騒音上の問題点を低減する。また、前記フレーム内における冷却風を生じさせる送風手段を備えることが望ましい。

【手続補正 2 0】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 5

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 4 5】かかる構成によると、フレーム内に確実に冷却風の流れを作り出すことができ、コイルエンドを確実に冷却することができる。なお、送風手段としては、専用の冷却ファンを設ける他、ランデル型界磁回転子の形状を利用するなどの構成を採用することができる。さらに、送風手段を採用する構成においては、前記コイルエンドに対応して、前記フレームには導体セグメントを横切って流れる冷却風の通風孔が形成されているという構成を採用することが望ましい。

【手続補正 2 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 6

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 4 6】かかる構成によると、導体セグメントを横切って流れる冷却風を効率よく流すことができる。なお、かかる構成は、固定子鉄心の両側にそれぞれコイルエンド群を構成する場合には、それぞれのコイルエンド群に対応して通風孔が設けられることが望ましい。さらに、前記送風手段は、前記界磁回転子の軸方向端部に設けられており、前記界磁回転子の回転により遠心方向外側に向けて送風し、前記コイルエンドにおける前記複数の導体セグメントを横切って流れる冷却風を生じさせる送風手段を備える構成を採用することが望ましい。

【手続補正 2 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 7



## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0047】かかる構成によると、固定子のコイルエンド群の内側に近接して送風手段が配置され、しかも、遠心方向外側へ向かう冷却風はコイルエンド群内を横切って流れた後フレームに形成された通気口から排出されるため、コイルエンド群へ強力かつ大量の冷却風を提供することができる。しかも、コイルエンド群内においては導体セグメントの形状が改良されているため、低騒音で高い冷却性、放熱性が得られる。なお、ここにいる「遠心方向外側に向けて送風」は、遠心方向成分のみによる送風の他、いくらかの軸方向成分を含んだ送風であってもよい。かかる送風方向の設定は、界磁回転子の冷却などの要求に応じて適宜選択することができる。

## 【手続補正23】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0058

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0058】これによれば、導体セグメントは一方に延びる単純形状にできるので、導体セグメント自体の製造工程が容易となる。また、あらかじめ成形した導体セグメントを径方向内周側からスロットへ押し込むことができるので、軸方向から挿入する場合に比べコイルエンド部の加工が不要となり製造工程が容易になるとともに、さらに高占積率化が可能となる。

## 【手続補正24】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0059

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0059】また、前記導体セグメントの両方の端部の周囲長さの合計が、前記磁極ピッチに対応しているという構成を採用することが望ましい。これによれば、一定形状のセグメントを利用して固定子上を周回する固定子巻線を形成することができる。従って、導体セグメントの形状を統合し、種類を低減でき、導体セグメントを製造するためのプレス型などの製造設備を安価にできる。また、接合部を固定子鉄心の両側面に配置し、しかも同じ形状とすることで接続部の生産工程が容易となる。

## 【手続補正25】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0061

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0061】また、さらに整流器を備え、前記導体セグメントの一部が前記整流器の整流素子の電極に直接接続されている構成を採用してもよい。これによれば、整流回路を構成するための端子台等の接合部材が不要であり、簡単な構成の低コストで小型の整流器を提供でき

る。なお、かかる整流素子との直接接続のためのセグメントは、他のセグメントより長いなど、所定の接続パターンを繰り返して接合される他のセグメントとは異なる形状とすることが望ましい。

## 【手続補正26】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0062

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0062】また、前記整流素子の電極に接続される前記導体セグメントは、前記固定子と前記整流素子電極との間において変形しやすい部分を有するという構成を採用してもよい。これによれば、導体セグメントの変形で振動などを吸収でき、整流素子の破損を防止する事ができ高信頼性を実現できる。なお、変形しやすい部分としては、導体セグメントの一部を細くした形状などを採用することができる。

## 【手続補正27】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0066

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0066】また、以上に述べた構成において、前記内層と外層の導体セグメントは一对とすることができる。かかる構成によると、固定子への導体の組み付け工数が少なくできるとともに、コイルエンドの本数が少ないので隙間を容易に確保できる。また、導体の部品点数及び電気接続箇所が少ないので、製造工程を容易にできる。また、前記内層と外層の導体セグメントは二対以上であってもよい。

## 【手続補正28】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0067

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0067】かかる構成によると、コイルエンドの干渉を抑制しつつ、スロット内においては導体セグメント数を4本以上に設定できるので、燃費向上や車両アイドル停止時の騒音低減などのために車両のアイドル回転数が更に低下した場合でも、発電機から出力することができる。なお、内層導体セグメントと、外層導体セグメントとを二対以上配置した場合にあっては、ひとつの前記スロット内に収容される複数の前記導体セグメントは、前記スロットの深さ方向にのみ配列されており、複数の前記導体セグメントは、前記コイルエンド群において互いに他の導体セグメントと接合されて複数の接合部を形成しており、複数の前記接合部は、多重の環状に配列されており、前記コイルエンド群内において周方向並びに径方向に関して互いに離間して配置されているという構成が採用されることが望ましい。

## 【手続補正 29】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0068

【補正方法】変更

【補正内容】

【0068】かかる構成によると、接合部は、複数の導体セグメントの配置、すなわちスロットの配置に対応して、周方向に沿って環状に配列される。しかも、スロット内には、複数の導体セグメントを径方向にのみ配列して収容しているため、接合部の環状の配列を、同心状の多重に配置することができる。このため、複数の接合部を、周方向ならびに径方向へも離間させて配置することができ、複数の接合部の間に確実に隙間を形成できる。また、接合部間の短絡を容易に回避できる結果、接合工程における利点が提供される。

## 【手続補正 30】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】変更

【補正内容】

【0069】上記目的は、回転周方向に交互にNS極を形成する界磁回転子と、該回転子の外周に対向配置した固定子と、前記回転子と固定子とを支持するフレームと、前記固定子より導いた交流電力を直流電力に整流する整流器とを有する車両用交流発電機において、前記固定子は、複数のスロットを形成した積層固定子鉄心と、該スロットに収納された複数の電気導体とを有し、前記電気導体は複数のセグメントを含み、前記セグメントは、それぞれが前記回転子のNS磁極ピッチに対応して離間したスロット内に収容される2本の直線部を有する略U字状セグメントであって、複数の前記U字状セグメントのターン部は、コイルエンドとして前記固定子鉄心の一方の端面側から軸方向に突出して配置され、しかも互いに離間して配列されて第1コイルエンド群を形成し、前記複数のスロットは、前記界磁回転子の磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットを1相分のスロット群として、多相分のスロット群よりなる第1スロット組と、さらに前記第1スロット組から所定の電気角度ずれた第2スロット組とを含んでおり、前記第1スロット組に含まれる前記スロット群に収容された複数の前記セグメントによって第1巻線が形成され、前記第2スロット組に含まれる前記スロット群に収容された複数の前記セグメントによって第2巻線が形成され、前記第1スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第1巻線の出力と、前記第2スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第2巻線の出力とを合成するように結線されており、複数の前記U字状セグメントの端部は、他方の端面側から軸方向に突出して配置され、巻線のコイルエンドを形成するように所定の接続パターンで接合され、しかもこれらコ

イルエンドが互いに離間するように配列されて第2コイルエンド群を形成し、前記界磁回転子は、前記N極および前記S極を提供する複数の爪状磁極を有するランデル型鉄心を備え、さらに前記界磁回転子は、前記界磁回転子の軸方向の両側において、前記第1コイルエンド群を横切って径方向に空気が流れる通風路と、前記第2コイルエンド群を横切って径方向に空気が流れる通風路とを提供しているという構成によって達成される。

## 【手続補正 31】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0070

【補正方法】変更

【補正内容】

【0070】かかる構成によると、固定子の両端部に冷却性に優れたコイルエンドが形成され、しかも界磁回転子によって、それぞれのコイルエンド群に、それらを横切って空気を流す通風路が提供されるため、小型、高出力の車両用交流発電機を提供することができる。前記複数のスロットは、前記界磁回転子の磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットを1相分のスロット群として、多相分のスロット群よりなる第1スロット組と、さらに前記第1スロット組から所定の電気角度ずれた第2スロット組とを含んでおり、前記多相固定子巻線は、前記第1スロット組に含まれる前記スロット群に収容された複数の前記セグメントによって第1巻線が形成され、前記第2スロット組に含まれる前記スロット群に収容された複数の前記セグメントによって第2巻線が形成され、前記第1スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第1巻線の出力と、前記第2スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第2巻線の出力とが合成して出力される。このように、同一スロット内に配置されて同相起電力が誘起されるセグメントを直列接続することで、高い出力を確保できる。さらに、前記第1スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第1巻線の出力と、前記第2スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第2巻線の出力との合成値としての出力であるから、第1巻線と第2巻線の各々の出力が比較的小さい場合でも、高い出力を確保できる。例えば、第1巻線と第2巻線とを直接に直列あるいは並列に接続してそれらの出力を合成する構成や、第1巻線と第2巻線との出力を別々に整流した後に、直列あるいは並列に接続してそれらの出力を合成する構成をとることができる。なお、前記界磁回転子は、その軸方向の端部に、前記コイルエンド群に向けて送風する送風手段を備えることが望ましい。

## 【手続補正 32】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0074】かかる構成によると、ひとつのスロット内に複数対の直線部を収容する場合で、接合部を第2のコイルエンド群内において確実に離間して配置することができ、製造工程における利点を提供することができる。

## 【手続補正33】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0075

【補正方法】削除

## 【手続補正34】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0076

【補正方法】削除

## 【手続補正35】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0077

【補正方法】削除

## 【手続補正36】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0078

【補正方法】削除

## 【手続補正37】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0079

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0079】上記目的を達成するために、回転周方向に沿って交互にNS極を形成する界磁回転子と、該回転子と対向配置された固定子鉄心、及びこの固定子鉄心に装備された多相固定子巻線を備える固定子と、前記回転子と前記固定子とを支持するフレームとを有する車両用交流発電機において、前記固定子鉄心には、前記多相固定子巻線を収容する複数のスロットが形成されており、これら複数のスロットは、前記界磁回転子の磁極ピッチに対応して離間した複数のスロットを1相分のスロット群として、多相分のスロット群よりなる第1スロット組と、さらに前記第1スロット組から所定の電気角度ずれた第2スロット組とを含んでおり、前記多相固定子巻線は、複数の導体セグメントを接合して構成されており、これら複数の導体セグメントは、前記スロット内においては、前記スロットの深さ方向に関して内層および外層として一対以上の対をなして配列され、前記スロット内に互いに絶縁して収納されており、前記スロット外においては、前記固定子鉄心の端面側に延び出して配置されて、前記界磁回転子の磁極ピッチに対応して離間したスロット内の異なる層を直列接続する複数のコイルエンドをなしており、前記多相固定子巻線は、前記第1スロット組に含まれる前記スロット群に収容された複数の前記導体セグメントによって第1巻線が形成され、前記第2スロット組に含まれる前記スロット群に収容された複数の

の前記導体セグメントによって第2巻線が形成され、前記第1スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第1巻線の出力と、前記第2スロット組に含まれる複数の前記スロット群に収容された多相の前記第2巻線の出力とを合成するように結線されており、さらに、前記コイルエンドによって、すべての前記スロット群の巻線毎に、実質的に等しい放熱に寄与する表面積を有していることを特徴とする車両用交流発電機という技術的手段を採用することができる。

## 【手続補正38】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0080

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0080】かかる構成によると、2組の多相巻線が得られ、それらの出力が合成されるので、発電機に求められる仕様に応じた出力特性あるいは発電電力の品質を得ることができる。しかも、2組もの多相巻線が一の固定子鉄心に装着されるにもかかわらず、スロット内に内層、外層として収容された導体セグメントがコイルエンドにおいて接続されて巻線が形成されているため、ひとつのスロット群に形成された巻線が有する放熱のための表面積と、他のスロット群に形成された巻線が有する放熱のための表面積とが実質的に等しくされるので、巻線毎の放熱性のばらつきを生じることがない。これにより、実質的に2倍の相を有することによる優れた出力特性、発電電力の優れた品質、さらには電気磁気的な騒音の低減といった効果を得ながら、それらの効果を減らすことのない優れた放熱性を実現することができる。

## 【手続補正39】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0082

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0082】なお、2組の多相巻線は、電気角が30度ずれた2組の3相巻線とすることができる。なお、さらに、前記コイルエンドにおける複数の前記導体セグメントは、前記フレーム内における冷却風の通風方向と交差して延びるよう配置され、前記コイルエンドにおける複数の前記導体セグメントを横切って冷却風が流れる構成が提供されるという技術的手段を採用してもよい。かかる構成によると、コイルエンドにおいてさらに優れた放熱性、低騒音性を実現することができる。

## 【手続補正40】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0083

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0083】また、ひとつの前記スロット内には複数対の前記導体セグメントが、前記スロットの深さ方向にの

み配列されて収容されており、複数の前記導体セグメントは、前記コイルエンド群において互いに他の導体セグメントと接合されて複数の接合部を形成しており、複数の前記接合部は、多重の環状に配列されており、前記コ

イルエンド群内において周方向並びに径方向に関して互いに離間して配置されているという構成を採用してもよい。